

Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Universidade Estadual de Campinas

Ana Flávia Sanches Borges

Cirurgiã-Dentista

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DE RESTAURAÇÕES INDIRETAS
DE COMPÓSITO EM DENTES DECÍDUOS: ESTUDO DO
TRATAMENTO DO SUBSTRATO E AGENTES DE
FIXAÇÃO.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Materiais Dentários.

**PIRACICABA
2005**

Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Universidade Estadual de Campinas

Ana Flávia Sanches Borges

Cirurgiã-Dentista

AVALIAÇÃO *IN VITRO* DE RESTAURAÇÕES INDIRETAS
DE COMPÓSITO EM DENTES DECÍDUOS: ESTUDO DO
TRATAMENTO DO SUBSTRATO E AGENTES DE
FIXAÇÃO.

Orientadora: Profa. Dra. Regina Maria Puppim-Rontani

Banca Examinadora: Profa. Dra. Josimeri Hebling

Prof. Dr. Mario Alexandre C. Sinhoreti

PIRACICABA
2005

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**
Bibliotecário: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

B644a	<p>Borges, Ana Flávia Sanches.</p> <p>Avaliação <i>in vitro</i> de restaurações indiretas de compósito em dentes decíduos: estudo do tratamento do substrato e agentes de fixação / Ana Flávia Sanches Borges. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2005.</p> <p style="text-align: center;">Orientador: Regina Maria Puppín-Rontani. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.</p> <p style="text-align: center;">1. Hipoclorito de sódio. 2. Cimentos dentários. I. Puppín-Rontani, Regina Maria. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título. (mg/fop)</p>
-------	---

Título em inglês: In-vitro evaluation of indirect composite restoration in primary teeth : substrate treatment and luting agents study

Palavras-chave em inglês (*Keywords*): Sodium hypochlorite; Dental cements

Área de concentração: Materiais Dentários

Titulação: Mestre em Materiais Dentários

Banca examinadora: Regina Maria Puppín-Rontani; Josimeri Hebling; Mario Alexandre C. Sinhoreti

Data da defesa: 21/02/2005

EPÍGRAFE

*"A ciência pode classificar e nomear os órgãos de um sabiá,
mas não pode medir seus encantos...
A ciência não pode calcular quantos cavalos de força existem nos encantos de um sabiá.
Quem acumula muita informação perde o condão de adivinhar: divinare
Os sabiás divinam."*

Manoel de Barros

DEDICO ESTE TRABALHO

À **Vida**, que para mim se traduz em Deus, luz, força, amor, momentos felizes. O dom recebido. Mesmo sem plena consciência sentimos a importância de tudo que se passa para que nossa luta diária se mantenha. É bom saber, ainda sem pararmos para contemplar, que os Ipês florescem, o calor do sol da manhã nos aquece, a brisa nos ameniza dos excessos...

*"Mas se Deus é a flores e as árvores,
E os montes e o sol e o luar,
Então acredito nele,
Então acredito nele a toda hora,
E minha vida é toda uma oração e uma missa,
E uma comunhão pelos olhos e pelos ouvidos..."*

O GUARDADOR DE REBANHOS – V

Fernando Pessoa

Aos meus pais **Alexandre** e **Lourdes**, pelo amor incondicional, pela franqueza, amizade e confiança em mim depositados todos esses anos desde criança quando comecei a falar do desejo de ser dentista.

Nós que temos essa relação tão maravilhosa, que transformamos o infinito em verbo para expressarmos o que sentimos uns pelos outros, esta etapa vencida torna-se pouco para expressar tudo o que sinto por vocês terem feito do meu sonho o de vocês.

À minha irmã **Ana Cláudia**, que é minha fonte de inspiração de força, amizade, alegria e personalidade. É graças a essa admiração mútua e troca entre nós que vem o equilíbrio necessário para todas as experiências que passo.

Ao meu namorado, **Gustavo**, que de uma forma ou de outra esteve sempre ao meu lado me apoiando, com muito amor e carinho que foram essenciais para o início e realização deste trabalho.

E especialmente, à minha avó **Anna**, pelo amor, zelo, preocupação... Pela postura maravilhosa que me traz inspiração de como ser flexível, tolerante, amar as pessoas na simplicidade e ser feliz com o que somos e o que temos.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

*À minha orientadora, Profa. Dra. **Regina Maria Puppini-Rontani**, Professora Titular da Área de Odontopediatria, pelo conhecimento, pronto-atendimento e sabedoria com que conduziu minha orientação, nos campos científico e pessoal. Obrigada principalmente, pelo sorriso diário no rosto mesmo às vezes cansado, pela jovialidade e proximidade que nos faz sentirmos valorizados como seres humanos, pelo respeito e amor que transmite e conduz sua vida profissional, o que se reflete em nós e nos nossos trabalhos e te faz eterna fonte de inspiração...*

“É a coerência entre as palavras e as ações, que torna alguém uma fonte de inspiração”.

- Autor desconhecido-

*Ao Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP – nas pessoas do Diretor, **Prof. Dr. Thales Rocha de Matos Filho** e Diretor Associado, **Prof. Dr. Mario Fernando de Góes**, pela oportunidade de realizar este trabalho nesta instituição.*

*Ao **Prof. Dr. Mário Alexandre Coelho Sinhoreti**, Associado da Área de Materiais Dentários, FOP/UNICAMP, e Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Materiais Dentários, pela colaboração imprescindível durante a realização e finalização deste trabalho, pelo apoio, incentivo e conhecimentos transmitidos e especialmente pelo respeito, delicadeza e amizade.*

*Ao **Prof. Dr. Lourenço Correr Sobrinho**, Titular da área de Materiais Dentários, FOP/UNICAMP, pelo apoio, respeito, confiança e incentivo, que tornaram possível a realização deste trabalho. Obrigada pela forte amizade que me proporcionou e por me “emprestar” sua querida família me deixando à vontade como se fosse a minha própria.*

*Ao **Prof. Dr. Simonides Consani**, Titular da Área Materiais Dentários da FOP/UNICAMP, pela amizade, respeito e pelo imenso conhecimento transmitido durante o curso de mestrado em Materiais Dentários, o qual contribuiu de forma ímpar para minha formação científica.*

*Ao **Prof. Dr. Mario Fernando de Góes**, Titular da Área Materiais Dentários, FOP/UNICAMP, pela amizade, respeito e ensinamentos partilhados durante o curso, que contribuíram para a minha formação científica e inspiração para a eterna busca do conhecimento.*

*À **Profa. Dra. Marcela Rocha de Oliveira Carrilho**, Professora do Programa de Materiais Dentários, FOP/UNICAMP, pela imensa contribuição em minha formação científica e pelo exemplo a ser seguido de amor e dedicação ao que se faz.*

A CAPES, pelo apoio financeiro para realização deste trabalho.

*Ao Departamento de Odontologia Infantil, **Área de Odontopediatria**, pelo apoio durante a realização deste trabalho.*

*Ao **Prof. Marcelo Côrrea Alves**, do Departamento de Estatística da Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz – USP, pela realização da Análise Estatística deste trabalho.*

*Ao Centro de Microscopia Eletrônica de Varredura da FOP/UNICAMP, especialmente aos técnicos **Eliene Orsini N. Romani e Adriano L. Martins** que sempre mantiveram à disposição, além do microscópio, muita dedicação, paciência e carinho, indispensáveis durante a realização de parte das fotomicrografias deste trabalho.*

*Ao **Prof. Dr. Elliot Watanabe Kitajima** do Núcleo de Apoio à Pesquisa da Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz - USP, pela utilização do Microscópio Eletrônico de Varredura, cujas fotomicrografias enriqueceram cientificamente este trabalho.*

*Ao engenheiro **Marcos Blanco Cangiani**, pela amizade, respeito e por estar sempre disposto a me ajudar durante a realização deste trabalho. Obrigada pelas conversas, pela troca de informações e pela conduta exemplar de sabedoria e humildade ao lidar com diversas pessoas que passam pelo laboratório de Materiais Dentários.*

*À funcionária da Área Materiais Dentários, **Selma A.B. de Souza Segalla (Selminha)** e às funcionárias **Tuka e Marcela** da Área de Odontopediatria, pela amizade e por estarem sempre dispostas a me ajudar.*

*Ao funcionário da área de Dentística **Pedro Sergio Justino**, pelo apoio e incentivo constantes e pelo ombro amigo em todos os momentos em que eu precisava “daquela força”.*

*Aos amigos de mestrado da Área Materiais Dentários, **Américo, Cíntia, Dario, Juliana, Luis Felipe, Marcelo, Osvaldo, Rubens, Ricardo e Vinícius**. Convivemos em um verdadeiro “casamento coletivo” e soubemos extrair todos os saldos positivos com leveza e carinho. Seria injusto exaltar alguns de vocês neste momento, pois cada um a seu modo conquistou uma parte grande do meu coração. Obrigada pelo crescimento pessoal que vocês sempre me proporcionam.*

Aos amigos do doutorado de Materiais Dentários, **Daniela, Giovani, Leonardo, Luciana, Mônica, Murilo, Roberta e Rogério**. Obrigada pelas experiências compartilhadas, conversas fiadas e respeito com que conduziram essa relação de “calouros e veteranos” dentro do departamento.

Aos “agregados” do doutorado que fizeram disciplinas conosco, **Eliane, Mirela, Rubã e Piva**, os quais contribuíram para minha formação com suas experiências profissionais e de vida.

Aos amigos, **Marcinha e Paulinho**, pelo apoio e incentivo constantes durante essa primeira etapa percorrida rumo à vida acadêmica.

Ao meu eterno amigo **Gilberto Borges**, o qual foi de fundamental importância desde a decisão pela área de Materiais Dentários até se tornar minha inspiração de entusiasmo, dedicação, luta e exemplo de vida em busca de ideais.

Às amigas **Gisele Correr, Kamila Rosamiglia e Fernanda Pascon**, minhas “irmãs” de orientação, pela leveza, respeito, alegria e amizade dentro e fora dos laboratórios da faculdade. Obrigada pela força.

Às estagiárias da área de Odontopediatria, **Maria Fernanda e Juliana**, pela boa vontade e ajuda em pequenos detalhes do dia-a-dia.

Especialmente à amiga **Mirela Shinohara**, pelo carinho, amizade, apoio, dedicação, pelos momentos felizes e pelas risadas escandalosas que tornaram o meu dia-a-dia mais alegre e cheio de carinho. Obrigada também pela ajuda na confecção de algumas imagens deste trabalho.

Aos amigos da área de Dentística, **Larissa, Alessandra, Fabinho e César**, pelas conversas valiosas e momentos alegres de descontração compartilhados dentro e fora da faculdade.

À família **Correr**, especialmente a **Vera e Eliseu**, pais do Américo, que dispõe de um apoio e um carinho sem igual, essenciais durante este período em Piracicaba.

Aos meus **Tios e Tias, Antonio Carlos, Filó, Inês, Anselmo (in memorian), Ana Clara, Pedro e Deusseni** que sempre estiveram no caminho dessa luta, me apoiando, trocando experiências com muito amor, respeito e paciência. Obrigada hoje e sempre...

Aos meus primos **Selma, Fábio e Sandra**, que sempre me apoiaram e estiveram do meu lado, desde quando sai de casa para estudar até hoje, no cumprimento desta etapa.

Às minhas amigas “de berço”, ou melhor, de infância **Andréa, Andréia, Camila, Cláudia, Francine, Grasiela, Grasielle, Karina, Liliana e Tatiana**, pelo simples fato de existirem, estarem bem e sempre unidas por laços fortes de amizade que nunca me deixam duvidar de que amizades verdadeiras existem sim e fazem a vida valer a pena.

Aos meus amigos irmãos **Ricardo, Rubinho e Renato**, que são lembrança e presença constantes em minha vida de simplicidade, sinceridade e luta.

A **Marcela Carrilho (Cella)**, que se revelou uma pessoa muito especial e amiga em um momento importante durante a etapa final do curso de mestrado, fase onde é essencial se manter o equilíbrio e o discernimento das emoções.

E a **Todos** que contribuíram indiretamente para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

RESUMO	01
ABSTRACT	03
1. INTRODUÇÃO GERAL	05
2. PROPOSIÇÃO	12
3. CAPÍTULOS	
3.1 Marginal adaptation of indirect composite restorations in primary teeth. Study of Substrate treatment and resin luting agents.	13
3.2 Compressive strength recovery by composite <i>onlays</i> in primary teeth. Substrate treatment and luting agent effects.	34
4. DISCUSSÃO GERAL	55
5. CONCLUSÕES GERAIS	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (INTRODUÇÃO GERAL E DISCUSSÃO GERAL)	58
ANEXOS	62

RESUMO

As restaurações indiretas de compósito são uma das alternativas na clínica odontopediátrica, pois, proporcionam a redução da duração da sessão clínica, além da possibilidade da diminuição da contração de polimerização inerente ao pequeno volume do agente de fixação resinoso. Em casos de dentes tratados endodonticamente, o desempenho das restaurações “adesivas” não se encontra bem estabelecido, e estas são de extrema importância uma vez que a falha nas restaurações das coroas de dentes submetidos à terapia pulpar pode significar a perda do tratamento endodôntico. Assim, os objetivos desta dissertação fundamentada em dois artigos foram: (1) avaliar a adaptação marginal inicial de restaurações tipo *onlay* de compósito em dentes decíduos previamente submetidos ou não à irrigação com hipoclorito de sódio 1% (NaOCl 1%) e cimentados com dois sistemas resinosos para fixação (EnForce e Rely X), (2) avaliar os efeitos do tratamento com NaOCl 1% e dois agentes resinosos de fixação na recuperação da força compressiva de dentes decíduos restaurados com *onlays* de compósito e analisar os padrões de fratura produzidos quanto ao grau de severidade. No estudo 1, a amostra foi constituída de quarenta molares decíduos hígidos, restaurados com restaurações indiretas tipo *onlay* de compósito resinoso, divididos em grupos conforme os dois fatores de variação estabelecidos para o estudo: irrigação com (NaOCl 1%) e agentes de fixação resinosos (EnForce e Rely X). Para a análise da adaptação marginal foi aplicada uma solução corante nas margens da restauração, e, as áreas coradas foram consideradas como presença de fendas marginais. O *software* Image Tool 3.0 foi utilizado para a mensuração linear do comprimento das fendas. No estudo 2, trabalhou-se com a mesma amostra do estudo 1, com o acréscimo do grupo controle composto de dentes hígidos, totalizando cinquenta dentes. Todos os espécimes foram submetidos ao teste mecânico de compressão, os tipos de fratura foram classificados macroscopicamente quanto aos graus de severidade e os sítios de fratura foram analisados em microscopia eletrônica de varredura a título de ilustração. No estudo 1, não houve diferença estatisticamente significativa quanto à quantidade de fendas encontrada entre os grupos ($p>0.05$), porém, o risco

relativo de ausência de fenda revelou que alguns grupos apresentaram maior chance de ausência de fenda que outros, sendo que o grupo com maior risco relativo foi o grupo tratado com hipoclorito e fixado com EnForce (RR=1.56). No estudo 2, não houve diferença quanto aos valores de força compressiva entre os grupos estudados ($p>0.05$), consequentemente, os grupos experimentais apresentaram recuperação da resistência à compressão, alcançando valores que não diferiram daqueles do grupo controle. Quanto ao grau de severidade das fraturas, os grupos experimentais mostraram os tipos mais severos de fratura, enquanto o grupo controle apresentou os tipos menos severos. Assim, a técnica restauradora indireta de compósitos resinosos em dentes decíduos com preparos cavitários complexos e submetidos à simulação do procedimento de irrigação endodôntica, apresentou adequada adaptação marginal inicial e foi capaz de recuperar a resistência à carga compressiva em relação aos dentes hígidos.

ABSTRACT

The indirect restorations are an interesting restoration procedure in the pediatric dentistry clinic, because this leads to a reduced chairside time, besides would decrease polymerization shrinkage due to the resin luting agent lower volume. To endodontically treated teeth, the performance of adhesive restorations has already not been established, and this is extremely important since if restorations upon crowns failures, the pulp therapy can be lost. Then, the objectives presented in the dissertation form based in two articles were: (1) to evaluate the earlier marginal adaptation of *onlay* composite restorations in primary teeth subjected or not to 1% sodium hypochlorite (1% NaOCl) irrigation and bonded with two types of resin luting agents (EnForce e Rely X); (2) to evaluate the compressive strength of experimental groups studied in the first research and compare them with the sound teeth, besides to evaluate the types of fractures regarding to severity degree. In the first study, the sample was accomplished by forty sound molars restored with indirect onlay composite restorations. The teeth were divided into groups according the two factors of variations established in this study: 1% NaOCl irrigation and resin luting agents (EnForce and Rely X). To analyze the marginal adaptation a dye solution was applied upon restorations margins, and the dyed margins were considered as marginal gaps presence. The Image Tool 3.0 software was used to measure the linear length. In the second study, the same sample of the study 1 was used with the addition of the control group accomplished the sound teeth, with the total of 50 teeth. All specimens were subjected to compression mechanic test, and the fractures types were macroscopically classified related to the severity degree. In the first study, there were no statistically difference related quantity of gaps among the groups ($p>0.05$), however, some groups showed the relative risk tendency of no gap higher than others, and the group treated with NaOCl and fixed EnForce (RR=1.56) produced the higher relative risk tendency. In the second study, there were no statistically differences related to compressive force values among any studied groups ($p>0.05$), consequently, the experimental groups had similar values to sound teeth. Concerning the severity of fractures, the experimental groups showed the most

severe types of fractures, while the control group showed the lower severe types. Then, the composite indirect restored technique showed acceptable earlier marginal adaptation and recovery of the compressive strength of teeth with complex prepares and submitted to endodontic irrigation procedure.

1. Introdução Geral

A demanda por materiais que apresentassem cor similar aos das estruturas dentais (Blank, 2000) e a preocupação sobre os efeitos danosos da liberação do mercúrio do amálgama dental para o meio ambiente (Forss & Widström, 2003), impulsionaram os avanços das propriedades físico-mecânicas de materiais resinosos. Consequentemente, os compósitos restauradores tornaram-se os materiais de escolha entre grande parte dos profissionais da área odontológica e dos pacientes que, cientes da existência de materiais restauradores estéticos, tornaram-no a mais freqüente opção.

Compósitos restauradores resinosos também têm apresentado desempenho satisfatório em dentes decíduos. No entanto, muitos profissionais consideram que a técnica de inserção de sistemas adesivos que requerem condicionamento ácido consome muito tempo e aumenta o risco de contaminação por saliva nos casos em que as crianças não são colaboradoras e o isolamento do meio bucal não é o ideal. (Forss & Widström, 2003). Quando preparos atípicos estão presentes devido à extensão da cárie, a melhor opção é a restauração indireta de compósito, pois, o procedimento restaurador em uma única sessão é muito desgastante para a criança e para o profissional.

Dentre as vantagens da técnica indireta de restauração de compósito em relação à direta, a principal é a diminuição da tensão causada pela contração de polimerização, uma vez que a restauração é confeccionada sobre modelo de gesso e a contração do compósito restaurador ocorre fora da cavidade do dente preparado (Peutzfeldt & Asmussen, 2004). Consequentemente, a contração que ocorre durante o processo de união dente/restauração torna-se mínima, sendo atribuída aos agentes resinosos de fixação, em menor volume, utilizados para unir as restaurações à estrutura dentária. Por outro lado, a contração de polimerização diminuída não garante a diminuição total de fendas marginais, uma vez que podem ocorrer erros na fase de moldagem e nas fases de obtenção do modelo e delimitação na confecção da peça (Peutzfeldt & Asmussen, 1990).

O processo de união das restaurações de compósito resinoso à estrutura dental envolve duas fases. A primeira consiste na remoção da parte inorgânica de

esmalte e dentina, promovendo microporosidades. A outra fase chamada hibridização, implica na infiltração dos monômeros resinosos nas microporosidades criadas na superfície das estruturas dentárias e subsequente polimerização *in situ*, resultando em imbricação micromecânica baseada no mecanismo de difusão (Nakabayashi et al., 1982). Portanto, a composição do substrato dentário desempenha importante papel neste processo de união.

A dentina, comparada ao esmalte, tem propriedades mais complexas inerentes à sua estrutura, sendo um tecido vitalizado com componentes orgânicos (principalmente colágeno tipo I) (Marshall, 1993). Há também um fluxo contínuo de fluídos que vem da polpa e mantém a dentina úmida (Ciucchi *et al.*, 1995). A dentina decídua difere da permanente quanto aos diferentes graus de mineralização encontrados e há controvérsias quanto aos relatos de que materiais restauradores adesivos apresentem resistência de união numericamente menor em relação aos permanentes. Angker et al., (2003) verificaram que a dentina hidratada apresenta dureza e módulo de elasticidade menores na área dentinária mais próxima à polpa, não havendo diferença entre as áreas média e superficial. Este resultado foi atribuído dentre outros fatores especialmente à variação individual durante a exposição ao flúor no período de formação, mineralização dos dentes e à idade da criança na qual o dente foi extraído. Neste aspecto, o dente permanente difere do decíduo, pois apresenta maior calcificação no meio da dentina que na área superficial (Johnsen, 1994). O conteúdo mineral da dentina decídua é menor em relação à dentina permanente (Angker *et al.*, 2004). Os autores ressaltam que a maior diferença na deflexão da dentina profunda, resultado da diferença do módulo de elasticidade do material restaurador e dentina profunda, pode influenciar a interface adesiva e sugere que materiais com menor módulo de elasticidade devem ser mais apropriados pelo menos nas camadas mais profundas da restauração.

Os dentes decíduos, além de apresentarem menor mineralização que os dentes permanentes, apresentam também câmaras pulpares amplas, sendo proporcionalmente maiores que as cavidades pulpares dos dentes permanentes. Além disso, a despeito de ter o ciclo biológico reduzido, o dente decíduo também

sofre modificações com a idade. Com o início da rizólise, ocorre diminuição na atividade da dentina reparadora ou terciária pelo órgão pulpar do dente (Araújo *et al.*, 1995). Comparativamente, túbulo dentinário de dentes decíduos também não sofre a obliteração total por sais minerais pela deposição gradual de dentina peritubular (dentina esclerosada), como ocorre no dentes permanentes, em função do tempo de permanência na cavidade bucal e das alterações ocorridas na polpa após o início da rizólise (Araujo, 1982). O somatório dessas características promove uma condição favorável para que o processo carioso atinja rapidamente a polpa coronária (Camp, 2000). Conseqüentemente, grande número de dentes decíduos com indicação de restaurações indiretas tipo *onlay* de compósito, necessitam de tratamento endodôntico prévio.

A solução de hipoclorito de sódio é amplamente utilizada como agente irrigador durante o tratamento endodôntico como auxiliar no saneamento do sistema de canais radiculares e para a remoção da *smear layer* que se forma durante o preparo mecânico do canal radicular, com o objetivo de aumentar a área de superfície para proporcionar um melhor selamento dos materiais obturadores na parede da dentina intracanal (Behrend *et al.*, 1996; Taylor *et al.*, 1997). A *smear layer* consiste de remanescentes de tecidos pulpares, bactérias e debris dentinários (Ciucchi *et al.*, 1989) e o hipoclorito de sódio tem ação na eliminação de microorganismos e principalmente na dissolução de tecidos orgânicos como o colágeno presente na dentina.

Durante o procedimento de união de materiais adesivos, o condicionamento ácido remove a *smear layer* e promove desmineralização, onde a dentina peritubular é parcialmente removida e os túbulos dentinários adquirem uma aparência em forma de funil. Simultaneamente, a dentina intertubular é condicionada até uma profundidade de 5µm que expõe a rede de colágeno presente neste substrato anteriormente permeada por minerais (Salim *et al.*, 2003).

Sano et al. (1994) relataram que as falhas na união dente/restauração estariam relacionadas à penetração deficiente dos monômeros em toda a extensão do substrato desmineralizado, ou seja, que a camada de fibrilas

colágenas expostas pelo condicionamento ácido e não permeada pelos monômeros, seria o elo fraco da união levando à concentração de tensões e falhas nesta região.

Diversas pesquisas foram realizadas utilizando-se o hipoclorito de sódio no intuito de se remover a rede de colágeno exposta pelo condicionamento ácido e se conseguir outra forma de união sem a necessidade da presença da camada híbrida, utilizando-se os espaços deixados pelas fibrilas colágenas removidas para a penetração do agente de união (Gwinnett, 1994, el Kalla & Garcia Godoy, 1998, Inai, 1998; Prati *et al.*, 1999;).

Em dentes decíduos, este procedimento não foi amplamente estudado como em dentes permanentes, mas pôde-se constatar que o NaOCl não oferece o benefício do aumento da resistência de união e promove aumento dos passos durante o procedimento restaurador. Consequentemente, o tempo clínico torna-se maior, sendo prejudicial no atendimento odontopediátrico (Salim *et al.*, 2003; Correr, 2003).

Após a realização de estudos sobre a ação da solução de NaOCl como um passo adicional no processo de união, alguns pesquisadores ressaltaram que essa solução recentemente estudada é a mesma amplamente utilizada nos tratamentos endodônticos e por tempos de ação muito maior, pois o NaOCl contata estrutura dental por períodos que chegam muitas vezes à 80% da sessão clínica. O tópico mais importante é relacionado à ação dessa solução, uma vez que ela age na dentina desmineralizada alterando o comportamento mecânico de alguns materiais, sua ação em dentina mineralizada poderia alterar valores de resistência de união das restaurações finais de compósito?

Marshall *et al.*, (2001) levantou esta questão, ou seja, a ação do NaOCl sobre a dentina permanente mineralizada, sendo esta a dentina que estaria sujeita a ação do NaOCl como agente de irrigação durante o tratamento endodôntico e comparativamente à dentina permanente após o condicionamento ácido (dentina desmineralizada). A característica da dentina após ciclos de aplicação de NaOCl foi analisada em Microscopia de Força Atômica, totalizando 30 min de tratamento. Em um mesmo espécime, parte da dentina foi desmineralizada pelo

condicionamento ácido prévio e a outra parte foi coberta durante o condicionamento para se manter mineralizada. Na porção desmineralizada da dentina, o colágeno foi removido gradativamente pela ação do NaOCl ao longo do tempo. A porção mineralizada da dentina apresentou presença de poros na superfície e numerosos canais que não seriam normalmente visualizados. Portanto, esta superfície poderia ser atrativa para os agentes de união, uma vez que uma área de superfície maior e um alto conteúdo mineral disponíveis aumentariam a possibilidade de uma união mais efetiva de restaurações adesivas ao substrato dentinário.

Dois aspectos primários chamam a atenção em relação a restaurações de compósito em dentes submetidos à terapia pulpar. Primeiro, a extrema necessidade de se obter a adaptação marginal inicial favorável, uma vez que a penetração de microorganismos do meio ambiente bucal através da coroa contribui potencialmente para a falha do tratamento endodôntico (Swanson & Madison, 1987; Madison & Wilcox, 1987). Segundo, a capacidade de materiais resinosos restabelecerem a resistência de dentes tratados endodonticamente, uma vez com menores resistências a esforços mecânicos devido principalmente à remoção dos ângulos internos das cúspides que suportam os ângulos externos da coroa dental durante o preparo (Gutman, 1992).

Em relação à ação de NaOCl sobre a adaptação marginal, Orzturk *et al.*, (2004) comparou as propriedades de selamento *in vitro* da câmara pulpar de cinco diferentes sistemas de união. Câmaras pulpares de molares permanentes foram tratados com NaOCl 5% durante 1 minuto e os sistemas adesivos foram aplicados nas paredes das câmaras pulpares. Um método de mensuração de fluido contínuo através da interface dente/restauração foi utilizado para mensurar quantitativamente a infiltração imediata na câmara pulpar, após 1 dia, uma semana e 1 mês. As alterações morfológicas causadas pelo tratamento com NaOCl 5% foram avaliadas e dentes foram submetidos ao mesmo tratamento, seguidos de restauração e preparo para análise em MEV. Para todos os grupos, houve uma diminuição dos valores de infiltração com o tempo. Na análise morfológica da dentina, a aplicação de NaOCl 5% removeu fibrilas de colágeno

deixando a superfície da dentina lisa e na análise das interfaces dentina/resina dos espécimes não houve presença da zona de hibridização. Nenhum dos sistemas adesivos estudados foi capaz de prevenir a penetração de fluidos ao longo da interface unida em cada espécime. Os autores atribuem os valores de infiltração deste estudo à presença de *gaps* desenvolvidos durante a contração de polimerização.

A resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados adesivamente foi avaliada por Ausiello *et al.* (1997). Preparos MOD foram feitos em setenta e dois pré-molares permanentes, posteriormente tratados endodonticamente e divididos em grupos de acordo com diversas combinações de materiais restauradores, variando de amálgama adesivo, restauração de compósito com base de cimento de ionômero de vidro até restauração total de compósito utilizando-se sistemas de união. Dentes hígidos e dentes apenas com os preparos foram designados como controle. Todos os espécimes foram submetidos ao teste mecânico de compressão e os valores de resistência à fratura foram relatados. Os maiores valores de resistência à fratura foram obtidos para os dentes restaurados com compósitos em combinação com os sistemas de união, os quais alcançaram valores de resistência à fratura estatisticamente similar aos dentes hígidos. Os pesquisadores atribuíram o melhor desempenho das restaurações de compósito ao mecanismo de difusão da resina na dentina, que contribuiria para a recuperação da resistência à compressão dos dentes debilitados pelo tratamento endodôntico.

O desempenho de restaurações indiretas em dentes decíduos em relação adaptação marginal e força compressiva, dois tópicos importantes para o sucesso das restaurações das coroas de dentes tratados endodonticamente, são ausentes na literatura. Assim sendo, essa dissertação de mestrado no formato alternativo, se propõe a avaliar a adaptação marginal inicial de restaurações indiretas de compósito em dentes decíduos tratados com hipoclorito de sódio a 1% e fixados com dois agentes de fixação resinosos, bem como a recuperação da resistência à força compressiva dessa amostra, comparando-se com dentes hígidos.

2. PROPOSIÇÃO

Esta dissertação foi dividida em dois artigos que estão contemplados nos capítulos 1 e 2.

Os objetivos deste estudo foram:

1. Avaliar a adaptação marginal inicial de restaurações tipo *onlay* de compósito em dentes decíduos previamente submetidos ou não à irrigação com NaOCl a 1% e cimentados com dois tipos de agentes de fixação resinosos (Capítulo 1);
2. Estudar a recuperação da resistência à força compressiva de dentes decíduos irrigados com NaOCl a 1%, restaurados com onlays de compósito, cimentadas com dois tipos de agentes de fixação resinosos, além da avaliação dos padrões de fratura quanto ao grau de severidade e observação das áreas de fratura em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) (Capítulo 2);

Este trabalho foi realizado no formato alternativo, com base na deliberação da Comissão Central de Pós-Graduação (CCPG) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) nº. 001/98.

3. CAPÍTULOS

3.1 CAPÍTULO 1

“Adaptação marginal em restaurações indiretas de compósito. Estudo do tratamento do substrato e agente cimentante.”

“Marginal adaptation of indirect composite restorations in primary teeth. Study of Substrate treatment and resin luting agents.”

Ana Flávia Sanches Borges ^a

Regina Maria Puppim Rontani ^b

Áreas de Materiais Dentários e Odontopediatria da Faculdade de Odontologia de Piracicaba. Universidade Estadual de Campinas Piracicaba, SP, Brasil.

^a Aluna do Programa de Pós-Graduação em Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas.

^b Professora Titular de Odontopediatria da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas.

*Manuscrito enviado para publicação no periódico Journal of Dentistry

Marginal adaptation of indirect composite restorations in primary teeth. Study of Substrate treatment and resin luting agents.

Abstract

Objective – To evaluate the marginal fit by gap percentages and analyze the effect of NaOCl 1% treatment associated with two resin luting agents. **Methods** – Forty sound primary molar crowns were onlay prepared in a standardized machine and randomly divided into 4 groups (n=10): G1 (1% NaOCl/ 30min+EnForce); G2 (without 1%NaOCl+EnForce); G3 (1% NaOCl / 30min+Rely-X); G4 (without 1% NaOCl +Rely-X). The onlays were made using Z250 composite on gypsum models. After fixation, the tooth/restoration set was stored in 100% relative humidity at 37°C during 24h and finished with Soflex discs. The Caries Detector solution was applied at the tooth-restoration interface during 5s, the specimens were washed and then four digital photos were taken of each tooth. Measurements were taken of the extent of gaps with Image Tool 3.0 software. The percentage data were submitted to Kruskal-Wallis ($\alpha=0.05$). The null hypothesis was tested. The Relative Risk test analyzed no gap presence. **Results** – The gap percentages were: G1(12.2 ± 13.31), G2(11.4 ± 10.83), G3(17.5 ± 18.26) and G4 (14.8 ± 9.68). The null hypothesis was acceptable, since there were no statistically significant differences between substrate treatment and resin luting agents for marginal gap percentages or significant interaction between the factors. The relative risk test revealed that some groups had more tendency of having no gaps present than others. **Conclusions** – Neither the NaOCl 1% treatment or the resin luting agents used caused any alterations in dental substrate that influenced the marginal adaptation of composite onlays in primary teeth.

Key words - composite resins, onlays, sodium hypochlorite, luting agents, marginal adaptation.

Introduction

Resin-based restorations to undergo polymerization reaction processes, resulting in polymerization shrinkage. The shrinkage leads to the development of higher stresses when the composite is bonded to the cavity walls.¹⁹ Even indirect restorations, which are expected to have minimal polymerization shrinkage, due only to cement agents pass to this phenomenon.²⁴

The presence of enamel gap is an important factor that predicts future failures in composite restorations, and can occur within other factors because of composite polymerization shrinkage. A photo-elastic study in class I bulk-filled composite restorations showed that the normal stresses at the interface increased from the enamel margins towards the internal cavity angle.¹⁶

It is widely believed that root-treated teeth are weakened and more susceptible to fracture than vital ones, especially because during the endodontic treatment there is a reduction of inner cuspal slopes that support the cuspal angles of the coronal tooth structure.¹³ Ausielo et al.,⁴ stated that composite restoration is the better choice for sealing endodontically-treated teeth, since the micromechanical retention caused by the resin-dentin interdiffusion zone (hybrid layer) performs well in strengthening the weakened tooth after endodontic therapy.

Indirect composite restorations show many advantages in the pediatric dentistry compared to the direct technique, such as the replacement of natural convexities of teeth, control of proximal contact points^{12,31,18} and also good polishing and finishing possibilities. These factors contribute to improving the treatment of pediatric patients, since it can be done outside of the oral cavity, thus decreasing chair side time. Furthermore, theoretically a better marginal fit would be expected, especially in the gingival wall of indirect restorations.

Primary teeth differ from permanent ones with regard to degrees of mineralization.² Moreover, secondary dentin secretion and pulpar repair activity decreases with aging in primary teeth, which promotes a favorable condition for the caries process to reach the coronary pulp.⁶ Consequently, a large number of teeth that require indirect *onlay* restorations need prior endodontic treatment.

Lack of adhesion and sealing between the final restoration and tooth structure may reduce the prognosis of an endodontically treated tooth, because microorganisms penetrating from a coronal direction potentially re-infect the root canal system.¹⁵ Thus, the quality of coronal restoration is a crucial factor for the overall prognosis of the tooth after root canal filling.³³

Furthermore, many features interact cumulatively to influence tooth gap at the interface between cavity walls and composite restorations. The sodium hypochlorite irrigant (NaOCl), used during endodontic therapy, provides gross debridement, lubrication, microorganism destruction, tissue dissolution, collagen layer removal and dentin dehydration.^{13,32} The changes produced by irrigant solutions on coronal wall dentin could affect the ability to create a high-quality adhesive sealing on the pulp chamber wall.²²

The presence of gaps in teeth endodontically treated with indirect composite restorations, mainly in primary teeth, has not been extensively studied. Primary canal obturation has been done with several filler pastes, which do not set and if contamination occurs, it is more dangerous than the filling materials used in permanent teeth.

Several studies evaluating adhesives and composites in primary and permanent enamel have been conducted *in vitro*, showed that micro morphological adaptation to enamel has similar results for primary and permanent teeth.^{11,3,28,19} In spite of the enamel adaptation seen in morphological studies, it has been shown that even in indirect restorations; there are indications of the marginal defects being present.²³

Several microleakage tests and bond strength studies using reduced areas in direct composite restorations have been carried out. However, particularly as regards primary teeth, there has been no evaluation of the presence of gaps in complex cavities, like those in endodontically-treated teeth.

Therefore, the purpose of this study was to evaluate the marginal adaptation of onlays in primary teeth subjected to 1% NaOCl treatment and fixed by two resin luting agents.

Materials and methods

This study was approved by the Research Ethics Committee of FOP/UNICAMP (Approval No. 108/2003) according to the Resolution of the National Commission of Ethics in Research. Forty freshly extracted primary molars were frozen stored until the experiment, after having been cleaned and disinfected. Next, the teeth were equally divided into 4 groups (n=10), according to the treatment (Table 1). Each group was comprised by 5 mandibular first molars, 2 maxillary first molars, 2 maxillary second molars and 1 mandibular second molar comprised each group.

Specimen preparation

Each tooth was embedded in a PVC cylinder of 21mm diameter and 25mm height using polystyrene resin. The crown was positioned 1mm below the cement-enamel junction. The teeth were placed so that the crowns were totally outside of the resin.

The teeth were prepared in a machine in order to standardize the cavities, using diamond trunk-conic burs with a six degree inclination (KG Sorensen Ind. Com. Ltda., Barueri, S.P., Brazil) changed every five preparations. The onlay preparations had the following characteristics:

Occlusal box: the isthmus width was approximately half the buccal-lingual distance without occlusal cavosurface margin bevel and the depth ranged according to the anatomy of the teeth. For first molars, the depth of pulpar wall was 2.0 mm below the tallest cusped present. For second molars, the depth of pulpar wall was 2.5 mm below the tallest cusp.

Proximal box: the depth was determined according to the remaining distance of each tooth and polystyrene resin base, due to the cervical-occlusal height variation. The inner angles of prepared teeth were rounded.

All teeth underwent additional grinding of the greatest cusped: distal-lingual edge in the mandibular first molars, palatine edge in the maxillary first molars, distal-lingual edge in the mandibular second molars and mesial-palatine edge in the maxillary second molars.

The treatment with 1% NaOCl (PRODERMA Pharmacy LTDA, Piracicaba, S.P., Brazil) in the G1 and G3 was carried out in order to simulate irrigation during the pulp therapy. Each tooth was

placed in a plastic recipient while the solution was flushed out through a disposable pipette for 30min, simultaneously with the Multi-Sonic-s ultrasound (Gnatus, Ribeirão Preto, S.P., Brazil).

The commercial brands of restorative materials, their composition, manufacturers, and batches are given in Table 2.

Impressions of the preparations were taken with heavy and light addition silicone (Express - 3M Dental Products, St. Paul, MN, USA) and the casts were poured in plaster (Herostone - Vigodent, Rio de Janeiro, R.J., Brazil). Next, the casts were isolated with the Isolant Gel (KG Sorensen Ind. Com. Ltda., Barueri, S.P., Brazil) and the indirect restorations (*onlays*) were made with Z-250 composite, C4 shade (3M/ESPE, St. Paul, MN, USA), by the incremental technique beginning with a proximal box followed by an occlusal box. Each increment was photocured for 40 s using the Elipar Trilight curing unit (ESPE, St. Paul, MN, USA).

The bonding procedure of restorations to the tooth surfaces was done according to the manufacturer's instructions, and the *onlay* was fixed by finger pressure simulating a clinical situation and excess cement was removed with a cut instrument. Then, each surface (buccal, lingual, mesial, and distal) was photocured for 40s. After that, the restoration/tooth set was stored in 100% relative humidity at 37°C for 24h followed by finishing with Soflex discs (3M, St. Paul, St. Paul, MN, USA).

Marginal fit test

After storage, a propylene glycol and red acid solution (Caries Detector® – Kuraray Company Ltd. Osaka, Japan) was applied on the restoration margins during 5s, next rinsed in cooled water. Two mark points were drawn with pen using digital caliper rule, with 2mm distance between them. Both points were drawn on buccal, mesial, distal and lingual surfaces. Next, using a Mavica FD 97 (Tokyo, Japan) camera, digital color pictures were taken of each tooth surface (buccal, lingual/palatine, mesial and distal) at the same fixed distance, magnification and light using a tripod.

Then each digital picture of each surface was evaluated in the Image Tool 3.0 software (Periodontology Department, University of Texas, Health Science Center at San Antonio, TX, USA). A calibrated examiner made all the measurements after obtaining a confidence test using 25% of total sample. The statistical correlation results (Pearson Correlation Test) showed 96% of

confidence. The two points drawn upon the tooth surfaces were used to calibrate the spatial measurement. Then, a line was drawn on all tooth/restoration margins, and the total of 4 surface lengths was determined as total tooth/restoration interface length.

The gaps of tooth/restoration margins were determined. The dyed lengths of each surface were measured and recorded (Fig.1), the total dyed length of four surfaces was determined as total gap length. The data of each specimen were transformed to gap percentage related to the total margin using the formula: $Gap\% = \frac{dl}{Tl} \times 100$, where dl is the dyed length; Tl is the total margin length. The gap percentages were subjected to non-parametric test Kruskal-Wallis. The Null hypothesis was tested: there would no difference among all experimental groups: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$. The relative risk of no gaps present was analyzed by Relative Risk test, according to Kleinbaum, et al.¹⁷

Results

The gap percentage means are listed in the Table 3 and Fig. 2. The Relative Risk of no gap presence of groups is shown in the Table 4. The Figure 3 shows the medians and quartiles of the studied groups.

The null hypothesis was accepted, since the statistical analysis revealed that there were no significant differences among the gap percentage averages ($p > 0.05$). There was no influence of 1%NaOCl treatment upon tooth structure or two resin-luting agents used in the gap means. The Figure 2 illustrates that the gap means of each group are within the confidence interval from each others and confirm that there were no difference among the groups. The Figure 3 illustrates that the gap medians of all groups are close from each other. Also, it can be observed that G1 had the first quartile (25%) coinciding to zero and the G4 was the group that showed the more distance to zero, which indicate, respectively, the groups with higher and lower quantity of specimens with no gap presence.

Forty percent absence of marginal gaps was found in the G1 samples, 30% of the G2 and G3, and in only 10% of G4 samples (Table 3). However, the risk of no occurrence of gaps was 1.56 times higher of G1 correlated to G2 and G1 correlated to G3. The G2 related to G4 and G3 related

to G4 showed 3.00 times higher tendency of no occurrence of gaps. There was no relevance to this research confront data of relative risk of no gaps occurring among groups with two completely different factors (treatment and luting agents).

An additional inspection was carried out with regard to the sites that had greater frequency of margin gap. This examination revealed that among specimens of each group with gap presence, 100% showed an open margin in the cervical wall.

Discussion

The loss of integrity of endodontically treated tooth restorations is more frequently responsible for unsuccessful endodontic treatment than the endodontic therapy itself.³³ For this reason, teeth subjected to endodontic treatment and restored with composite, irrespective of whether direct or indirect techniques are used, depend on a high-quality bond of the material to the dental structure.

The marginal sealing ability of composite resin restorations has been shown to be deficient,⁵ although high bonding strength to dental structure (enamel and dentin) has been demonstrated. Guzmán-Ruiz et al.,¹⁴ showed no correlation between marginal microleakage in vitro and bond strength using several bonding agents in class II cavities. One of the hypotheses for this lack of correlation is the difference in adhesive system composition; stress releasing characteristic of the restoration, thickness of the adhesive system and polymerization shrinkage.

The early marginal adaptation does not necessarily correspond to microleakage. However, it is accepted that the detectable gap in the marginal enamel would lead to microleakage both in enamel and dentin.^{29,8,27} In vitro microleakage has been not accepted as predictive of restoration failure, but the presence of gaps is considered to be more reliable, because it should be considered as the first sign of restoration failure that can be clinically evidenced by marginal staining. Thus, the identification of early marginal changes could facilitate the prognosis of the longevity/stability of the restoration, mainly in endodontically treated primary teeth.

Considered as an advantage of onlay restorations is the feasibility of better marginal adaptation, due to the greater part of polymerization shrinkage occurring outside of the dental cavity and less stress is applied to the cavity walls. In this study some samples with a low degree of accuracy were seen. Onlay inaccuracy can be due to many factors, such as the more complex

process of manufacturing involved in indirectly produced onlays, and the making and casting of impressions.²³ The restorations with these characteristics were included in this gap extension measurement study.

In this study no significant difference related to the length of gap present in restoration enamel margins of restorations in all groups was observed, neither were significant interactions observed between the variation factors studied (substrate treatment and resin luting agent). The gaps were found to be between 11 and 17%, on average, of total margin lengths (Table 3 and Fig. 2). This percentage can be considered lower in comparison to others studies,⁵ mainly if considered that it was measured from the total margin length of the sample. Only 13%, on average, of all samples would be compromised by gaps between the restoration and the tooth structure. Although the means were low, it is still an uncomfortable percentage because it would represent the first clinical sign of the future restoration failure.

However, in this study the restoration margin was set in enamel, the most bonding area was in dentin. Ozturk and Ozer²² stated that during endodontic treatment the dentin in the pulp chamber is not affected by mechanical instrumentation in the same way that the root dentin, consequently the irrigant solutions act on dentin surface considered regular. Marshall et al.²⁰ observed that the 6.5% NaOCl at 30min caused porosities and high numbers of channels in the mineralized dentin and furthermore, no changes were found in the elasticity modulus and hardness of dentin. In this study, it could be considered that although dentin and enamel suffered slight morphological alterations due to the sodium hypochlorite treatment, their mechanical properties would not have been changed as well. Thus, in this study, there was no difference among the groups concerning marginal adaptation.

Further studies should be carried out comparing the morphologic changes of dentin after treatment with 1% NaOCl during a period of a full endodontic section, as was used in this experiment; and also this treatment followed by acid etching, which is required for multiple step adhesive systems.

Among the sites of marginal gaps, the highest gap incidence occurred at the cervical margin of restorations, regardless the group. This occurs due to the marginal gap formation probably being

determined by polymerization shrinkage of resin luting agents used. In addition, at the cervical margins of primary teeth, the enamel when present, is usually thin, aprismatic and less receptive to bonding than the other enamel areas.²⁰ Thus, when the luting composite is polymerized, it shrinks towards the superior bond margins, away from the weaker ones at the cervical wall.¹

The magnitude of the stress generated is the main cause of initial gaps forming in composite restorations and is influenced by three main factors: tooth cavity, material composition and technique. The interplay among these factors dictates the exact manifestation of the shrinkage for a given restoration.²⁵

Firstly, with regard to the tooth cavity, the C-factor in indirect restorations is theoretically extremely high, indicating potential for causing stress. This polymerization shrinkage must be compensated by an extremely reduced volume of resin luting agents, and their relatively slow polymerization allows more time for stress relaxation due to resin flow.⁷

Secondly, the monomer composition, filler content, degree of conversion and resulting polymer cross-linking of resin luting agents are closely related to the amount of polymerization shrinkage.⁷ Both EnForce and Rely X used in this study have Bis-GMA molecules as the main monomer and its high viscosity is minimized by including a high percentage of diluent monomers (TEGDMA), but, this is followed by significant polymerization shrinkage.

Furthermore, the higher the elastic modulus, the higher the polymerization stress^{30,10}, and the bifunctional monomers Bis-GMA / TEGDMA result in a high number of double bonds per unit of weight. They create a high degree of crosslinking, producing a very rigid polymeric network, which contributes to increasing the elastic modulus of the resulting material. This similarity between the two resin luting agent compositions suggests the same behavior related to polymerization shrinkage and their close gap percentage results.

Finally, with regard to restoration technique, the onlays were fixed by press finger without additional force during the photocuring, simulating a clinical situation. Dietschi et al.,⁹ showed that even if thick enamel margins were available to maintain marginal integrity, the internal bond to the dentin surface would be disrupted when the position of the inlay relative to the tooth is rigidly maintained during resin cement polymerization. The authors stated that minimizing dentin leakage

depended on the ability of the indirect restoration and/or tooth to deform during the cement polymerization.

In this study it could be observed that all groups had some restorations with no marginal gaps. The possibility of no marginal gap occurring was 1.56 times higher for the G1 (1% NaOCl + EnForce) correlated to G2 (EnForce) and G1 correlated to G3 (1% NaOCl + Rely-X). The G2 related to G4 (Rely-X) and G3 related to G4 showed 3.00 times higher possibility of no occurrence of gaps. This data can be observed in Figure 3, where G1 had the first quartile (25%) coinciding to zero and the G4 was the group that showed the more distance to zero, which indicate, respectively, the groups with higher and lower quantity of specimens with no gap presence. These data are relevant because show that despite of there were no difference concerning the gap percentage among the groups, there were groups with higher chance to have specimens with success in the marginal adaptation than others, and this represents the individual restorations. To identify the degree of success in the marginal adaptation is as important as to recognize the unsuccessful.

In this study, the objective was to analysis the early marginal adaptation of indirect composite restorations. It should be considered that if an early failure occurs, the longevity of the restoration is compromised. Nevertheless, the absence of initial failure does not give the assurance of long-term success of the restoration. Thus, further studies should be conducted, considering the stress applied to restorations while working and the alterations produced in the earlier marginal adaptation. Studies with thermal – mechanical cycling should be conducted to analyze whether these initial failures lead to other consequences in the long-term.

Endodontically-treated primary teeth require additional attention, because failure at the composite/tooth interface can signify more than a deteriorated restoration, but could imply the lack of endodontic treatment.

Conclusions

Within the limitations of this study, the 1% NaOCl treatment did not influence early marginal adaptation as well as both resin luting agents cause similar marginal gap formation. The substrate treatment (1% NaOCl) and the use of EnForce produced a higher tendency of restorations without early marginal gaps.

References

1. Asmussen, E. Composite restorative resins Composition versus wall-to-wall polymerization contraction. *Acta Odontologica Scandinavica* 1975; **33**:337-44.
2. Araújo FB, Moraes FF, Fossati, ACM. A estrutura da dentina do dente decíduo e sua importância clínica *Revista Brasileira de Odontologia* 1995; **52**:37-43.
3. Atash R, Vanden Abbeele A. Sealing ability of new generation adhesive systems in primary teeth: an in vitro study. *Pediatric Dentistry* 2004; **26**:322-8.
4. Ausiello P, Davidson CL, Cascone P, DeGee AJ, Rengo S. Debonding of adhesively restored deep Class II MOD restorations after functional loading. *American Journal of Dentistry* 1999; **12**:84-8.
5. Braga RR, Ferracane JL, Condon JR. Polymerization contraction stress in dual-cure cements and its effect on interfacial integrity of bonded inlays. *Journal of Dentistry* 2002; **30**:333-40.
6. Camp JH. Tratamento endodôntico em odontopediatria. In: Cohen S, Burns RC *Caminhos da polpa*. 7th ed Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S. A; 2000. p.680.
7. Carvalho RM, Pereira JC, Yoshiyama M, Pashley DH A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Operative Dentistry* 1996; **21**:17-24.
8. Dietschi D, Herzfeld D. In vitro evaluation of marginal and internal adaptation of class II resin composite restorations after thermal and occlusal stressing. *European Journal Oral Science* 1998; **106**:1033-42.
9. Dietschi D, Magne P, Holz J. An in vitro study of parameters related to marginal and internal seal of bonded restorations. *Quintessence International* 1993; **24**:281-91.
10. Ferracane JL, Mitchem JC. Relationship between composite contraction stress and leakage in Class V cavities. *American Journal of Dentistry* 2003; **16**:239-43.
11. Friedl K-H, Schmalz G, Hiller K-A, Mortazavi F. Marginal adaptation of composite restorations versus hybrid layer ionomer/composite sandwich restorations. *Operative*

- Dentistry* 1997; **22**: 21-29.
12. Gladys S, Van Meerbeek B, Inokoshi S, Willems G, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Clinical and semiquantitative marginal analysis of four tooth-coloured inlay systems at 3 years. *Journal of Dentistry* 1995; **23**:329-38.
 13. Gutmann JL. The dentin-root complex: anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. *Journal of Prosthetic Dentistry* 1992; **67**:458-67.
 14. Guzmán-Ruiz S, Armstrong SR, Cobb DS, Vargas MA. Association between microtensile bond strength and leakage in the indirect resin composite/dentin adhesively joint. *Journal of Dentistry* 2001; **29**:145-53.
 15. Kijssamanmith K, Timpawat S, Harnirattisai C, Messer HH. Micro-tensile bond strengths of bonding agents to pulpal floor dentine. *International Endodontic Journal* 2002; **35**:833-9.
 16. Kinomoto Y, Torii M. Photoelastic analysis of polymerization contraction stresses in resin composite restorations. *Journal of Dentistry* 1998; **26**:165-71.
 17. Kleinbaum DG, Kupper LL, Morgentersn H. Principles and quantitative methods. *Epidemiologic Research*; 1982.
 18. Leirskar J, Nordbo H, Thoresen NR, Henaug T, von der Fehr FR. A four to six years follow-up of indirect resin composite inlays/onlays. *Acta Odontologica Scandinavica* 2003; **61**:247-251.
 19. Loguercio AD, Reis A, Ballester RY. Polymerization shrinkage: effects of constraint and filling technique in composite restorations. *Dental Materials* 2004; **20**:236-43.
 20. Marshall GW, Yücel N, Balloch M, Kinney JH, Habelitz S, Marshall SJ. Sodium hypochlorite alterations of dentin and dentin collagen. *Surface Science* 2001; **491**:444-55.
 21. Mjor IA, Fejerskov O. Histology of human tooth 2nd ed Copenhagen: Munksgaard; 1979. p. 81-3.
 22. Ozturk B, Ozer F. Effect of NaOCl on bond strengths of bonding agents to pulp chamber lateral walls. *Journal of Endodontics* 2004; **30**:362-5.
 23. Peutzfeldt A, Asmussen E. A comparison of accuracy in seating and gap formation for three inlay/onlay techniques. *Operative Dentistry* 1990; **15**:129-35.

24. Peutzfeldt A. Indirect resin and ceramic systems. *Operative Dentistry*. Supplement **6**:153-76. p.2001.
25. Peutzfeldt A, Asmussen E. Determinants of in vitro gap formation of resin. *Journal of Dentistry* 2004; **32**:109-15.
26. Prati C, Nucci C, Davidson CL, Montanari G. Early marginal leakage and shear bond strength of adhesive restorative systems. *Dental Materials* 1990; **6**:195-2000.
27. Prati C, Nucci C, Toledano M, Garcia-Godoy F, Breschi L, Chersoni S. Microleakage and marginal hybrid layer of compomer restorations. *Operative Dentistry* 2004; **29**:35-41.
28. Rastelli FP, Vieira RS, Rastelli MCS. Posterior composite restorations in primary molars: an in vivo comparison of three restorative techniques. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 2001; **25**: 227-30
29. Retief DH. Do adhesives prevent microleakage? *International Dental Journal* 1994; **44**:19-26.
30. Sakaguchi RL, Wiltbank BD, Murchison CF. Prediction of composite elastic modulus and polymerization shrinkage by computational micromechanics. *Dental Materials* 2004; **20**: 397-401.
31. van Dijken JW, Horstedt P. Marginal breakdown of 5-year-old direct composite inlays. *Journal of Dentistry* 1996; **24**:389-94.
32. Vivacqua-Gomes N, Ferraz CC, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Influence of irrigants on the coronal microleakage of laterally condensed gutta-percha root fillings. *International Endodontic Journal* 2002; **35**:791-5.
33. Weiner FS. Nonsurgical re-treatment of endodontic failures. *Compendium of Continuing Education in Dentistry* 1995; **16**:326-35.

Table 1. Distribution of groups according to different treatments.

	1% Sodium Hypochlorite*		Luting agent
	With	Without	
G1	X		EnForce (Dentsply)
G2		X	EnForce (Dentsply)
G3	X		Rely X (3M/ESPE)
G4		X	Rely X (3M/ESPE)

Table 2. Description of materials used in this study.

Materials	Composition*	Manufacturer - Batch No.
Filtek Z250 (C4)	Bis-GMA; Bis-EMA; UDMA zirconium/silica filler (82w%)	3M/ESPE, St. Paul, MN, USA-2KX
EnForce (A2)	Bis-GMA; TEGDMA dimethacrylate monomers; filler (67w%)	Dentsply, Petrópolis, R.J., Brazil – 55612 ^a , 54925 ^b
Prime e Bond 2.1	UDMA; PENTA; toluen and dimethyl aminbenzoate, cetilamine fluoride acetone; photoinitiators	Dentsply, Petrópolis, R.J., Brazil – 55684
Rely X (A3)	Bis-GMA; TEGDMA zirconia/silica filler (67.5w%) dimethacrylate monomers	3M/ESPE, St. Paul, MN, USA – CXCX
Single Bond	HEMA; Bis-GMA; dimethacrylates; methacrylates; polyacrylic acid and poly-itaconic copolymers ethanol; water; photoinitiators	3M/ESPE, St. Paul, MN, USA - 3HW

*Material compositions according to manufactures' technical profile.

^a matized paste

^b catalyzed paste

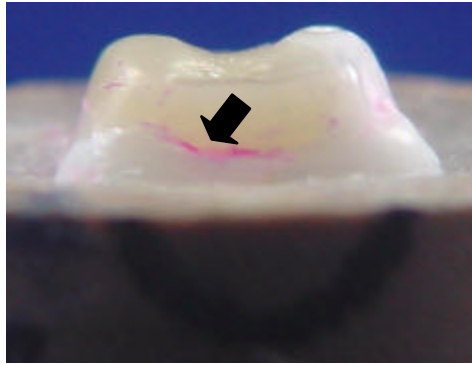


Fig. 1. Marginal gap example. Note the resulting dyed margin after Caries Detector® application (black arrow).

Table 3. Means of gap percentages and standard deviation (SD). The same letters indicate no statistical difference among the averages.

Group	Minimum (%)	Maximum (%)	Mean (SD)	* (0)
G1	0	33.4	12.2 A	40
G2	0	32.1	11.3 A	30
G3	0	49	17.5 A	30
G4	0	30.8	14.8 A	10

*f_i (0)– gap absence percentage in the sample

Table 4 . Relative risk found in the groups confront.

<i>Rr*</i>	G1	G2	G3	G4
G1	--	rr = 1.56	rr = 1.56	--
G2	rr = 1.56	--	--	rr = 3.0
G3	rr = 1.56	--	--	rr = 3.0
G4	--	rr = 3.0	rr = 3.0	--

- Relative risk

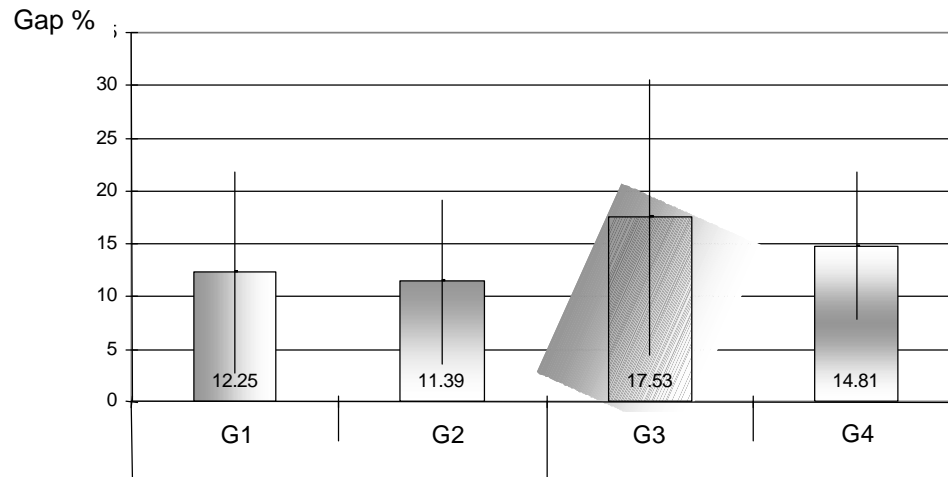


Figure 2. Gap percent averages of experimental groups. The error bars indicate confidence interval of averages of 95%.

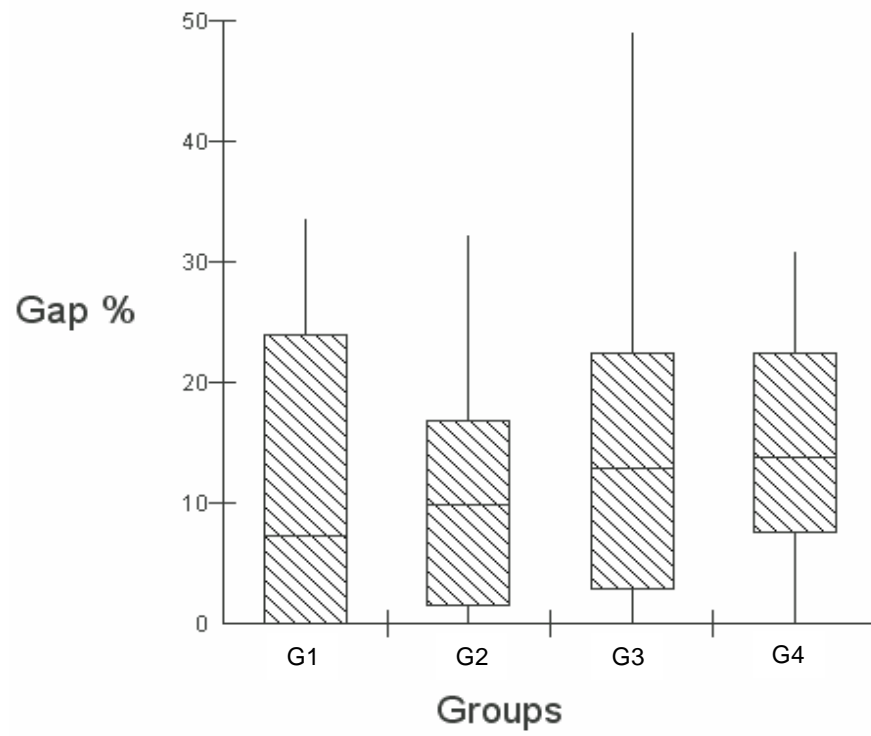


Figure 3. Medians and quartiles (25% and 75%) according to the experimental groups.

3.2 CAPÍTULO 2

“Recuperação da força compressiva através de onlays de compósito em molares decíduos. Efeito do tratamento do substrato e agente de fixação.”

“Compressive strength recovery by composite *onlays* in primary teeth. Substrate treatment and luting agent effects”.

Ana Flávia S. Borges ^a

Regina M. Puppin-Rontani ^b

Mario A.C. Sinhoreti ^c

Lourenço C. Sobrinho ^c

Simonides Consani ^c

Áreas de Materiais Dentários e Odontopediatria da Faculdade de Odontologia de Piracicaba. Universidade Estadual de Campinas Piracicaba, SP, Brasil.

^a Aluna do Programa de Pós-Graduação em Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas.

^b Professora Titular de Odontopediatria da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas.

^c Professores Doutores de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas.

*Manuscrito enviado para publicação no periódico Dental Materials

Abstract

Objectives: To evaluate 1% NaOCl treatment and two resin luting agent effects on compressive strength recovery in composite *onlays* on primary teeth and to analyze the fractures pattern.

Methods: Forty sound primary molars crowns were prepared in the standard machine and randomly divided into 4 groups (n=10): G1(1% NaOCl/ 30min+EnForce); G2(without 1% NaOCl EnForce); G3(1% NaOCl/ 30min+Rely X); G4(without 1% NaOCl+Rely X). The *onlays* were made using Z250 composite on plaster models. Ten sound teeth were used as control group (CG). All groups were submitted to compression mechanic test in a universal test machine INSTRON at 1mm/min cross-head speed. After that, the data (kgf) were submitted to ANOVA test ($\alpha=0.05$). Finally, the fracture types were classified in a crescent scale (1 to 5) related with severity degree and submitted to Fisher Exact Test ($p<0.05$). Scanning Electronic Microscope analysis was done in order to illustrate the fractures sites. **Results:** The values of compressive strength of experimental groups did not differ each others neither from control group ($p>0.05$). The results from fracture type showed that type 5 and 4 fractures (most severe) present the highest percentage to experimental groups. Conversely, the CG showed higher percentage of fracture types 2 and 3.

Conclusion: This research found that the composite *onlays* recovered the compressive strength compared to sound teeth, regardless of the substrate treatment and cement agent used. Nevertheless, no group showed similar type of fractures to CG, which had more frequency of less severe fracture types.

Key words – composite resins, *onlays*, sodium hypochlorite, luting agents, compressive strength.

1. Introduction

The restorative composites have been improved markedly concerning the esthetic and mechanical properties [24]; therefore, they have been indicated for application in stress bearings areas in posterior teeth. In Pediatric Dentistry, when atypical prepares are present because of caries extension, the better option is the indirect composite restorations that provide a shorter clinical section and less contamination risk.

The indirect composite restorations show many advantages to pediatric dentistry clinic compared to direct technique as the replacement of natural convexities of teeth and control of occlusal and proximal contact points, better marginal fit especially in the gingival wall [16,34], minimal shrinkage polymerization only due to cement agents [24] and good polishing and finishing possibilities. Furthermore, in pediatric dentistry the additional cure of composite in indirect technique is not necessary because this could increase the wear resistance of some composites commercially available [23], which is not required to primary teeth since restorative composite materials have to follow the physiologic wear of deciduous dentition [35,13].

Several studies showed that bond strength to primary dentin is similar to the permanent one [2,5] even though the primary teeth differ from permanent ones regarding mineralization degrees [3]. Conversely, the literature shows the consistent void of adequate studies about composite restorations in primary teeth [15]. Moreover, the secondary dentin secretion and pulpar repair activity decreases with aging in primary teeth, which promotes a favorable condition to caries process reach the coronary pulp [12]. Consequently, a great number of teeth that require *onlay* indirect restorations need previous endodontic treatment.

There is a widely held belief that root-treated teeth are weakened and more susceptible to fracture than the vital ones specially because during the endodontic treatment there is a reduction of inner cuspal slopes that support cuspal angles from coronal tooth structure [17]. Furthermore, many features interact cumulatively to influence tooth loading and distribution of stresses increasing the possibility of catastrophic failure. Intracanal irrigants may also play a role in influencing the physical and mechanical properties of dentin but these have not been extensively studied, mainly in primary teeth.

Sodium hypochlorite (NaOCL) is widely recommended as a root canal irrigant due to its antibacterial and organic tissue disintegration properties [14,31]. Since dentin is composed of 22% organic material by weight, NaOCL could be potentially weaker [21] besides affecting the penetration of resin into the dentin structure and/or the monomer polymerization [22] from adhesive systems when composite restorations are used.

Therefore, the purpose of this study was to evaluate the compressive strength of composite *onlay* restorations in primary teeth submitted to 1% NaOCl treatment and bonding using two resin luting agents and to verify the failure patterns.

2. Materials and methods

This study was submitted to the Research Ethics Committee of FOP/UNICAMP (Approval nº 108/2003) according to the Resolution of the National Commission of Ethics in Research. Fifty freshly-extracted primary molars were frozen stored until experiment, after they were cleaned and disinfected. Next, the teeth were divided into 5 groups (n=10), according to the treatment (Table 1). Each group was comprised by 5 mandibular first molars, 2 maxillary first molars, 2 maxillary second molars and 1 mandibular second molar.

The groups are described in table 1.

2.1. Specimen preparation

Each tooth was embedded in PVC cylinders with 21mm in diameter and 25mm height using polystyrene resin. The crown was positioned 1mm below the cement-enamel junction. The teeth were positioned with the crown totally out of the resin.

The teeth were prepared in a machine in order to standardize the cavities using diamond inverted conic burs with a six degree inclination (KG Sorensen, São Paulo, S.P., Brazil) [25] that were changed after each five teeth preparations. The teeth were prepared with the following characteristics:

Occlusal box: the isthmus width was approximately half the buccal-lingual distance without cavosuperficial grind and the depth ranged according to the anatomy of teeth. To first molars, the depth of pulpar wall was 2.0 mm below the tallest cuspid present. To second molars, the depth of pulpar wall was 2.5 mm below the tallest cuspid.

Proximal box: the depth was determined according to the remaining distance of each tooth with polystyrene resin base due to the cervical-occlusal height variation. The inner angles of prepared teeth were rounded.

All teeth had an additional grinding of the greatest cuspid: distal-lingual edge in the mandibular first molars, palatine edge in the maxillary first molars, distal-lingual edge in the mandibular second molars and mesial-palatine edge in the maxillary second molars.

The treatment with 1% NaOCl (PRODERMA LTDA, Piracicaba, S.P., Brazil) in the G1 and G3 was done in order to simulate irrigation during the pulp therapy. Each tooth was placed in a plastic recipient while the solution was flushed out through a disposable pipette during 30min simultaneously with vibration using the Multi-Sonic-s ultrasson (Gnatus, Ribeirão Preto, S.P., Brazil).

The commercial trades of restorative materials, their composition, manufacturers and batches are described in table 2.

Impressions from the preparations were taken with addition silicon heavy and soft (Express - 3M Dental Products, St. Paul, Minn., USA) and the casts were poured in plaster (Herostone - Vigodent, Rio de Janeiro, R.J., Brazil). Then, the casts were isolated with the Isolant Gel (KG Sörensen, São Paulo, S.P., Brazil) and the indirect restorations (onlays) were made with the Z-250 composite, C4 shade (3M/ESPE), by incremental technique beginning with proximal box followed by occlusal box. Each increment was photocured for 40 s using the Elipar Trilight curing unit (ESPE Made in Germany - AMERICA INC., Norristwn, PA 19404).

The bonding procedure of restorations on the teeth surfaces was made according to the manufacturer's instructions, and the onlay was fixed by finger pressing simulating a clinical situation and excess cement was removed with a cut instrument. Then, each face was photocured for 40s: buccal, lingual, mesial and distal. After that, the restoration/tooth set was stored in 100% relative humidity at 37°C during 24h followed by finishing with Soflex (3M, St. Paul, Mnn, USA) discs.

2.2. Compression test

All groups were submitted to compression mechanic test in an INSTRON Universal test machine at 1mm/min crosshead speed. A stainless steel sphere was placed on the center of occlusal surface and loaded until fracture. The diameters of the spheres were determined according to teeth anatomy to ensure they touched only the restoration, so a 4mm diameter sphere was chosen with exception to mandibular second molars that were tested using a 5mm sphere. After that, the data (kgf) were transformed into logarithm function and analyzed by ANOVA test ($\alpha=0.05$).

2.3. Fracture types analysis

After the compression test, the set (tooth/fractured restoration) was observed in a stereomicroscope in order to classify the failure sites. The failure pattern classification described by Burke et al. [11] was adapted to onlay as follows in Figure 1:

The results of failure mode classification were submitted to Fisher's Exact Test ($p<0.05$). Ninety percent of experimental groups specimens were observed in Scanning Electronic Microscopic (SEM), in order to illustrate the fracture sites. Then, each specimen was classified according to the predominant remaining structure upon its surfaces as interface tooth/restoration adhesive failure, resin luting agent cohesive failure, composite cohesive failure, dentin cohesive failure, mixed (adhesive and cohesive failure into dentin substrate or resin materials).

3. Results

The averages of compressive test values are displayed in Table 3 and Figure 2.

The ANOVA test revealed that among the groups there were not significant differences of the compressive force averages ($p>0.05$).

Regarding fractures types, the type 5 fractures showed the highest percentage to experimental groups with 70% to G1 and G2, 40% to G3 and 50% to G4. Although G1 and G2 showed similar high frequency of fracture type 5, in G2 a homogeneous distribution of the other kinds of fractures was observed. This kind of distribution was also observed in G3 and G4.

Conversely, the CG did not present any percentage of type 5 fracture, although it showed type 2 failures in a higher frequency, followed by type 3 as showed in the figure 3.

The Fisher's Exact Test showed that there was a significative association between substrate treatment with NaOCl and luting agent regarding the fracture types ($p=0.0207$).

The SEM analysis reveled that 90% of areas from examined specimens had resin luting agent cohesive failure with some specimens showing cohesive failure adhesive system in some areas, followed by 6% mixed (adhesive and dentin cohesive), 2% dentin cohesive failure, and 2% composite cohesive failure. The most representative samples are shown in Figure 4 and 5.

4. Discussion

The challenge of restorative procedures is to give back the physical and mechanical properties to restored teeth, especially fracture strength, because the sound tooth structure is a complex system with components that protect each other and do not easily allow the dissipation of fracture [21,33,28]. In this study, the experimental groups were not statistically different from sound teeth concerning fracture strength, showing that similar compressive forces are required to fracture the restored teeth and sound ones. Similar results were found by Ausiello et al. [9] and Wendt et al. [36], who affirmed that the efficacy of the bonding to dentin be based on hybridization, although their studies carried out in permanent teeth.

Ausiello et al. [8] using the Finite Element Analysis (FEA) described the importance of adhesive systems on stress distribution in direct composite restorations (MOD) because the stress difference is transferred to adhesive layer, generating a deformation. Despite technique differences, both adhesive systems used in this study contributed to compressive force in experimental groups become similar to that of sound teeth (CG).

Regarding endodontic treatment it is prudent to select a suitable concentration of irrigant, which has minimal effects on the physical properties of the tooth whilst achieving the desired debridement effect [29]. In this study, the 1% NaOCl was used during 30 min under vibration in order to simulate a root instrumentation section as usually used. This study showed that the groups treated with 1% NaOCl did not differ, concerning the forces required to fracture the set, from the ones not treated even related to the control group. Similarly, Ari et al. [4] did not found significant statistical difference on shear bond strength of the resin luting agents C & B Metabond, Panavia F, and RelyX bonded to root dentin after applied or not 5% NaOCl.

Sim et al. [33] evaluated changes in strain of “whole” teeth submitting them to 0.5% NaOCl and 5.25% NaOCl irrigation cycles. The 5.25% NaOCl caused more changes in the strain of teeth. In our study, the methodology was developed in a macro environment, which did not allow identifying the alterations that really occurs in primary dentin treated with 1% NaOCL and its influence in force required to fracture the tooth/restoration set. Nevertheless, the irrigation during 30 min is very near to clinical situation, opposing Sim et al. [29] that tested the “whole” teeth under the worst case scenario and unlikely to match that of many clinicians.

The sodium hypochlorite breaks down to sodium chloride and oxygen, which provides oxidation of some components in the dentin matrix [22] and consequently decreases the elastic modulus and flexural strength of dentin [29]. Allied to that it could affect the resin penetration into the dentin structure and/or the polymerization of monomer in the demineralized dentin and also could influence the restorations quality [29]. It would suggest that less force would be required for the cohesive bonds within dentin to fail.

More studies should be done concerning morphological and biochemical alterations in dentin substrate submitted to 1% NaOCl as well other bond strength methodologies, which could give additional information about tooth/restoration interface in primary teeth endodontically treated.

The Z250 restorative composite could be responsible for results close to those of sound teeth as well, because of its great volume and intrinsic properties; consequently, a greater part of the load could have been absorbed by restorative composite. The Z250 (3M/ESPE) composite used in this study is commercially available consisting of Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA resin polymer, with rounded zircon/silicon micro-particle fillers (0.6 μm in mean particle size) in a mono-module distribution. A correlation exists between filler content and mechanical properties, particularly for elasticity modulus. The higher the filler content [18], the higher the elasticity modulus and the resistance to deformation [7]. Another point related with elasticity modulus is the monomer type, polymer network formation as well as resin/filler interaction, which affect the composite elastic-plastic properties [30]. The Z250 composite pointed out the significantly highest strength fracture values [19] besides high flexural modulus [37], which is another property also required for onlays restorations to maintain its shape under load.

Furthermore, the results of compressive force required to fracture the specimens observed in this study are supported by Rees et al. [26], who showed that dentin is an elastic and isotropic material while enamel is an elastic and anisotropic material from a mechanical point of view, since the values of compressive force required to fracture the specimens in the experimental group were statistically similar to those from sound teeth showing that restorative resin materials perform as an isotropic structure.

On the other hand, when types of fractures were examined, all the experimental groups were statistically different from the control one concerning the fractures severity, which showed a more unpredictable type distribution as showed by Ausiello et al. [2]. Under the same occlusal loading condition, the sound tooth exhibits a mechanical behavior quite different from that of restored teeth because the rigid enamel does not deform significantly but transfer the deformation to lower, more resilient dentin, and thus can rigidly “move” over it. Conversely, in the restored teeth as observed in our study, the cavity restoration could interrupt the tooth bi-elastic structure and cause stress where the applied force component is maximal, resulting in other type of fractures related to composition and consequently mechanic properties of both composite and resin luting cements as stated by Ausiello et al. [8].

Considering the fracture severity, types 4 and 5 can be considered the most severe because they involve the reconstructed cuspid and the biologic space. Then, all experimental groups showed the highest percentage of severe fracture. These results are similar to those found by Burke et al. [10] who observed the highest frequency of severe fractures when composite inlays were bonded with the composite Brilliant Dentin (Còltene).

Despite having lower filler content than Z250 composite, both luting agents used in this study present bifunctional monomers TEGDMA/Bis-GMA, which result in high number of double bonds per unit of weight that create high degree of crosslinking, producing a very rigid polymeric network [6]. In Z250 composite, the majority of TEGDMA has been replaced with a blend of UDMA and Bis-EMA, which show higher molecular weight. Therefore, they have fewer double bonds per unit of weight leading to lesser crosslinking density than that of TEGDMA/Bis-GMA resin matrix [32]. Then, resultant forces of compressive load led to more drastic fracture types affecting great part of “onlay”

since resin luting agents probably have greater elasticity modulus than Z250 composite and behaved as more “rigid” and less resilient materials. The SEM analysis illustrated in Figure 4 reveled high quantity of remaining resin luting agents upon specimen surfaces, supporting the explanation concerning fracture types found.

To avoid severe types of fractures, the resin luting systems could have more resilient behavior to minimize fracture type due to restored tooth condition when used to lute Z250 composite indirect restorations, and then approach sound teeth since in the deep dentine, the elasticity modulus is lower than in dentine from other regions [1].

Although the bite force in primary teeth can not provide sufficient compressive load to cause fractures as seen in this study, since the compressive force averages found were much greater than means of maximum bite force that did not exceed 30 Kgf in posterior teeth in children aged 3 to 5 years [27] and 7 to 9 years [20], the failures types in restored teeth are always unfavorable [8], regardless of the substrate treatment and luting agent used.

References

1. Angker L, Swain MV and Kilpatrick N. Micro-mechanical characterization of the properties of primary tooth dentine. J Dent, 2003; 31:261-7.
2. Araújo FB and García-Godoy F. A comparison of three resin bonding agents to primary tooth dentin. Ped Dent, 1997; 19:253-257.
3. Araújo FB, Moraes FF, Fossati, ACM. A estrutura da dentina do dente decíduo e sua importância clínica. Revista Brasileira de Odontologia, 1995; 52:37-43.
4. Ari H, Yasar E and Belli S. Effects of NaOCl on bond strengths of resin cements to root canal dentin. J Endod, 2003; 29:248-51.
5. Asakawa T, Manabe A, Itoh K, Inoue M, Hisamitsu H and Sasa R. Efficacy of dentin adhesives in primary and permanent teeth. J Clin Pediatr Dent, 2001;25:231-6.
6. Asmussen E. Factors affecting the quantity of remaining double bonds in restorative resin polymers. Scand J Dent Res, 1982; 90:490-6.
7. Attar N, Tam LE and McComb D. Mechanical and physical properties of contemporary

- dental luting agents. J Prosthet Dent, 2003; 89:127-34.
8. Ausiello P, Apicella A and Davidson CL. Effect of adhesive layer properties on stress distribution in composite restorations--a 3D finite element analysis. Dent Mater, 2002; 18: 295-303.
 9. Ausiello P, De Gee AJ, Rengo S and Davidson CL. Fracture resistance of endodontically-treated premolars adhesively restored. Am J Dent, 1997; 10:237-41.
 10. Burke FJ, Wilson NH and Watts DC. Fracture resistance of teeth restored with indirect composite resins: the effect of alternative luting procedures. Quintessence Int, 1994; 25: 269-75.
 11. Burke FJ, Wilson NH and Watts DC. The effect of cavity wall taper on fracture resistance of teeth restored with resin composite inlays. Oper Dent, 1993; 18:230-6.
 12. Camp JH. Tratamento endodôntico em odontopediatria. In: Cohen S, Burns RC. Caminhos da polpa. 7. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S. A; 2000. 680.
 13. Cunha MRB. Avaliação in vitro do desgaste por abrasão de materiais restauradores e do esmalte em dentes decíduos. [tese] Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2003.
 14. Czonstkowsky M, Wilson EG and Holstein FA. The smear layer in endodontics. Dent Clin North Am, 1990; 34:13-25.
 15. García-Godoy F and Donly K.J. Dentin/enamel adhesives in pediatric dentistry. Pediatric Dent, 2002; 24:462-464.
 16. Gladys S, Van Meerbeek B, Inokoshi S, Willems G, Braem M, Lambrechts P and Vanherle G. Clinical and semiquantitative marginal analysis of four tooth-coloured inlay systems at 3 years. J Dent, 1995; 23:329-38.
 17. Gutmann JL. The dentin-root complex: anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. J Prosthet Dent, 1992; 67: 458-67.
 18. Kim KH, Ong JL and Okuno O. The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. J Prosthet Dent, 2002; 87: 642-9.
 19. Lohbauer U, von der Horst T, Frankenberger R, Kramer N and Petschelt A. Flexural fatigue behavior of resin composite dental restoratives. Dent Mater, 2003; 19:435-40.

20. Maki K, Nishioka T, Morimoto A, Naito M and Kimura M. A study on the measurement of occlusal force and masticatory efficiency in school age Japanese children. *Int J Paediatr Dent*, 2001; 11:281-5.
21. Marshall Jr and Grayson W. Dentin: Microstructure and characterization. *Quintessence International*, 1993; 24:439-441.
22. Nikaido T, Takano Y, Sasafuchi Y, Burrow MF and Tagami J. Bond strengths to endodontically-treated teeth. *Am J Dent*, 1999;12:177-80.
23. Peutzfeldt A and Asmussen E. The effect of postcuring on quantity of remaining double bonds, mechanical properties, and in vitro wear of two resin composites. *J Dent*, 2000; 28: 447-52.
24. Peutzfeldt A. Indirect resin and ceramic systems. *Operat Dent*, 2001; Suppl 6:153-176.
25. Puppin-Rontani RM, Gavião BD, Sobrinho LC, Soares COS e Moura AM. Influência do preparo cavitário tipo *onlay* na resistência à compressão de dentes decíduos restaurados com resina composta. *Revista da Faculdade de Odontologia de Passo Fundo*, 1999; 4:21-25.
26. Rees JS and Jacobsen PH. Modelling the effects of enamel anisotropy with the finite element method. *J Oral Rehabil*, 1995; 22:451-4.
27. Rentes AM, Gavião MB and Amaral JR. Bite force determination in children with primary dentition. *J Oral Rehabil*, 2002; 29:1174-80.
28. Shimada Y and Tagami J. Effects of regional enamel and prism orientation on resin bonding. *Oper Dent*, 2003; 28:20-7.
29. Sim TP, Knowles JC, Ng YL, Shelton J and Gulabivala K. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. *Int Endod J*, 2004; 34:120-32.
30. Tantbirojn D, Versluis A, Cheng Y and Douglas WH. Fracture toughness and microhardness of a composite: do they correlate? *J Dent*, 2003; 31:89-95.
31. Tasman F, Cehreli ZC, Ogan C and Etikan I. Surface tension of root canal irrigants. *J Endod*, 2000; 26:586-7.

32. TECHNICAL Product Profile Filtek Z250. 3M Dental Products. P. 7-10.
33. Urabe I, Nakajima S, Sano H and Tagami J. Physical properties of the dentin-enamel junction region. *Am J Dent*, 2000; 13:129-35.
34. van Dijken JW and Horstedt P. Marginal breakdown of 5-year-old direct composite inlays. *J Dent*, 1996; 24: 389-94.
35. Vann WF Jr, Barkmeier WW and Mahler DB. Assessing composite resin wear in primary molars: four-year findings. *J Dent Res*, 1988; 67:876-9.
36. Wendt SL Jr, Harris BM and Hunt TE. Resistance to cusp fracture in endodontically treated teeth. *Dent Mater*, 1987; 3:232-5.
37. Yap AU, Tan AC and Quan C. Non-destructive characterization of resin-based filling materials using Electronic Speckle Pattern Interferometry. *Dent Mater*, 2004; 20:377-82.

Table 1. Distribution of groups according to different treatments.

	1% Sodium Hypochlorite		Luting agent
	With	Without	
G1	X		EnForce (Dentsply)
G2		X	EnForce (Dentsply)
G3	X		Rely X (3M/ESPE)
G4		X	Rely X (3M/ESPE)
CG	Sound teeth		

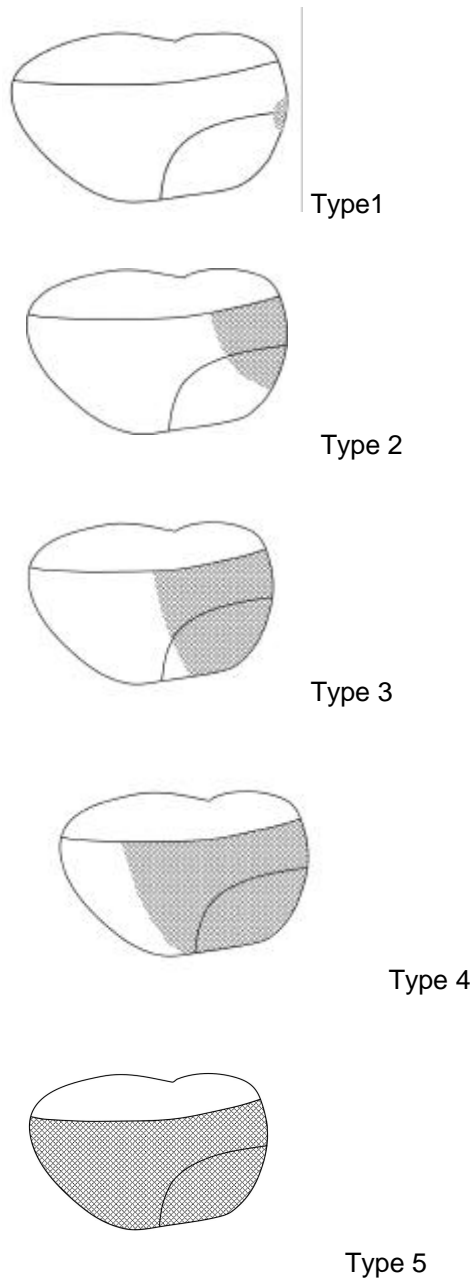
Table 2. Description of materials used in this study.

Materials	Composition*	Manufacturer-Batch nº
Filtek Z250 (C4)	Bis-GMA; Bis-EMA;UDMA; zirconia/silica filler (82w%)	3M/ESPE, St. Paul, MN, USA-2KX
EnForce (A2)	Bis-GMA; TEGDMA dymethacrylate monomers; filler (67w%)	Dentsply, Petrópolis, R.J., Brazil - 55612 ^a , 54925 ^b
Prime e Bond 2.1	UDMA; PENTA; toluen and dymetil aminbenzoate, cetilamine fluoridate acetone; photoinitiators	Dentsply, Petrópolis, R.J., Brazil - 55684
Rely X (A3)	Bis-GMA; TEGDMA zirconia/silica filler (67.5w%) dymethacrylate monomers	3M/ESPE, St. Paul, MN, USA - CXCX
Single Bond	HEMA; Bis-GMA; dimethacrylates; methacrylates; polyacrilic acid and poli-itaconic copolimers ethanol; water; photoinitiators	3M/ESPE, St. Paul, MN, USA - 3HW

*Material compositions according to manufactures' technical profile.

^a matized paste

^b catalyzed paste



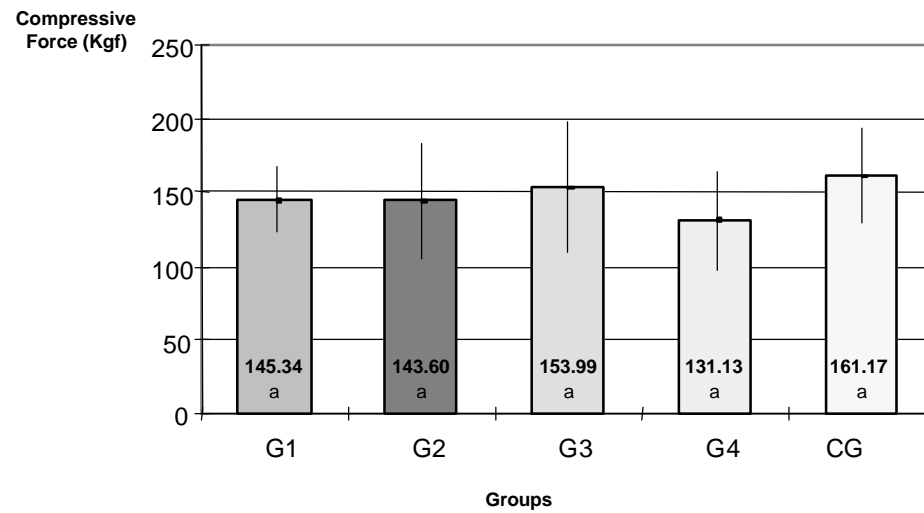
- Type 1 – minimal fracture of tooth and/or onlay, both in the interface area;
 Type 2 - fracture in less than half mesio-distal distance of tooth and/or onlay;
 Type 3 - fracture in the middle of mesio-distal distance of tooth and/or onlay;
 Type 4 - fracture in more than half mesio-distal distance of tooth and/or onlay;
 Type 5 - severe fracture in tooth and/or onlay (fracture in reconstructed cusp).

Fig.1. Types of fracture patterns illustrated from the mandibular first molar designs.

Table 3. Average of compressive strength (Kgf) and standard deviation (SD).

Groups	Means (SD)
G1	145.34 (31.88) a
G2	143.59 (53.76) a
G3	153.99 (61.59) a
G4	131.13 (47.65) a
CG	161.17 (45.06) a

Means with the same letters are not statistically different ($p>0.05$)



Bars followed by same letters do not differ from each other –
Tukey's Test with 5% significant alpha level ($\alpha = 0.05$).

Fig. 2. Averages and confidence intervals of the compressive force (Kgf) observed in the different treatments.

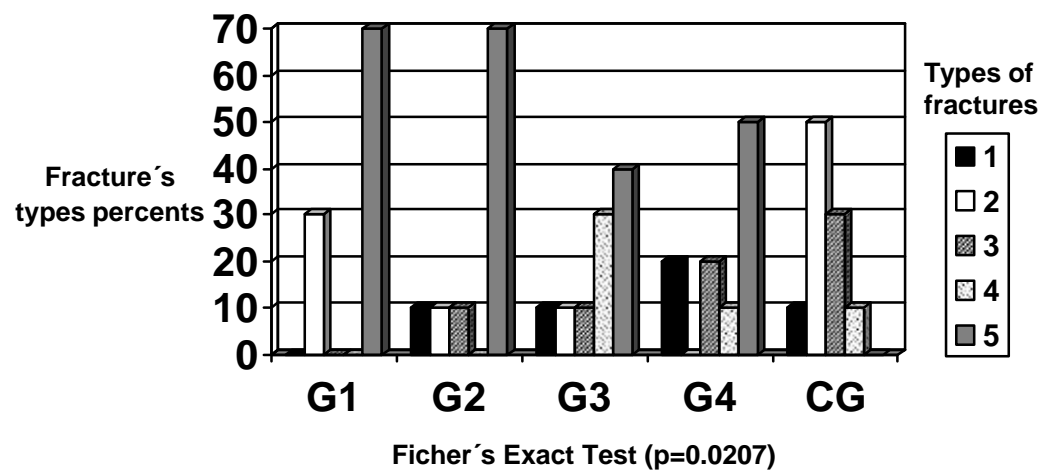


Fig. 3. Fracture types distribution to each group.

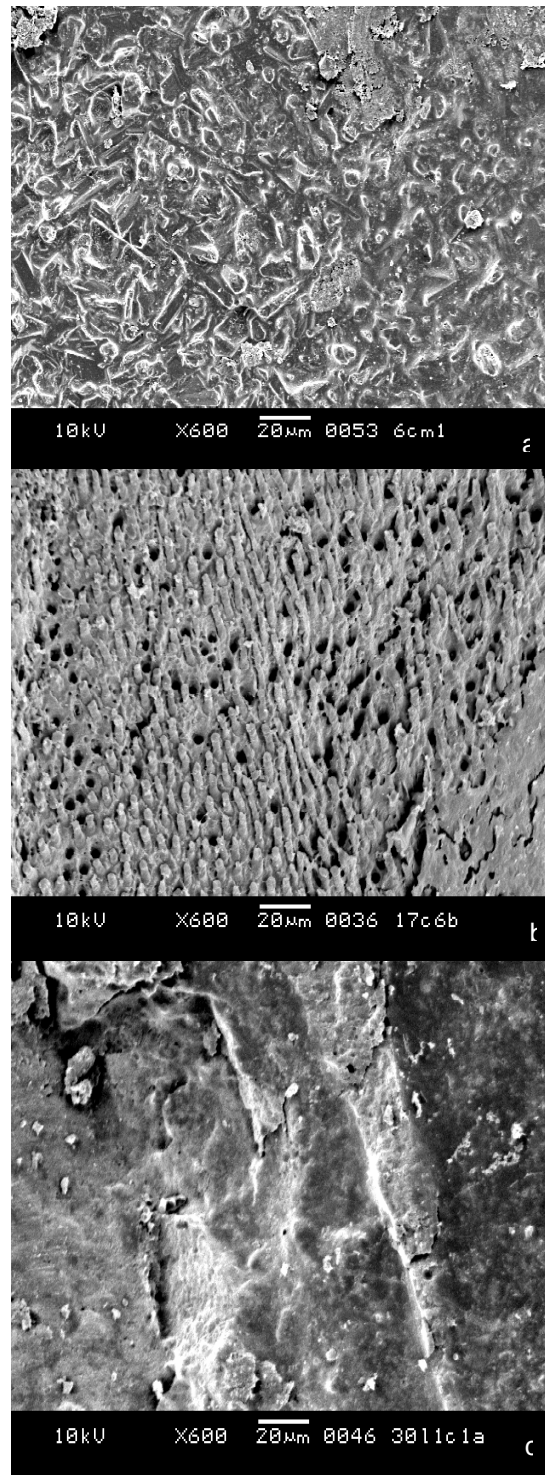


Fig.4. a- Specimen surface showing cohesive failure in the resin luting agent. b- Cohesive failure in the adhesive system present in some areas of any specimens with resin luting agent cohesive. Note remaining material left inside the dentin tubules. c- Specimen surface with composite cohesive failure.

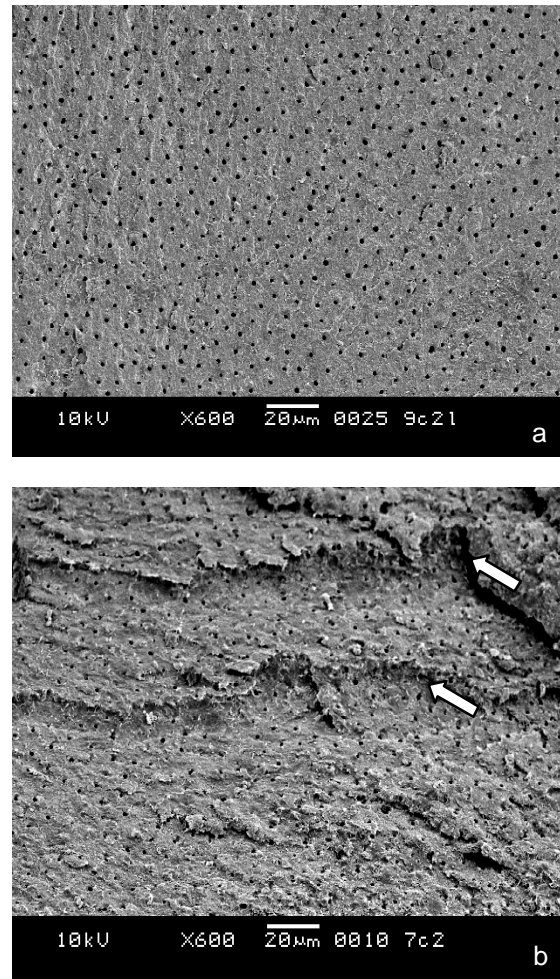


Fig.5. a- Adhesive failure. Note the plane surface with opened tubules without remaining materials. b- Dentin cohesive failure. Note the stratificated dentin layers opposing adhesive failure (white arrows).

4. DISCUSSÃO GERAL

Esta dissertação teve como propósito avaliar *in vitro* o desempenho de restaurações indiretas de compósito resinoso em molares decíduos submetidos à irrigação com hipoclorito de sódio 1% e fixadas com dois agentes de fixação resinosos. Avaliou-se a adaptação marginal inicial através da porcentagem de fenda nas margens dente/restauração e a força compressiva, submetendo-se as amostras ao ensaio mecânico de compressão, além da análise dos tipos de fratura resultante quanto ao grau de severidade.

No capítulo 1, verificou-se que não houve diferença quanto à porcentagem de fenda marginal entre os grupos estudados, independentemente do tratamento do substrato ou agente de fixação utilizado. A porcentagem de fenda total da amostra pode ser considerada baixa em relação ao estudo de Braga *et al.* (2002), principalmente se considerado que o comprimento total das margens de todas as restaurações foi mensurado. Por outro lado, apesar de os valores de porcentagem de fenda não terem ultrapassado 17%, estes valores são uma porcentagem desconfortável, pois podem representar o primeiro sinal clínico da falha da restauração. É importante ressaltar que o risco relativo de sucesso na margem dente/restauração é um aspecto relevante nos estudos quantitativos de presença de fendas marginais, uma vez que indicam a ausência de fenda em restaurações individuais. Neste estudo o grupo com o maior probabilidade de ausência de fenda foi aquele tratado com NaOCl e fixado com o EnForce e o grupo com o menor risco relativo foi o não tratado com NaOCl e fixado com Rely X.

A ausência de falha inicial nas margens das restaurações não garante o sucesso da restauração a longo prazo, e, a presença destas falhas iniciais pode representar um nicho de falhas futuras. Portanto, estudos posteriores devem ser conduzidos para avaliar se outros fatores como stress térmico-mecânico pode alterar a adaptação marginal obtida inicialmente.

A análise estatística Coeficiente de Correlação de Pearson foi realizada para o estudo da associação entre as variáveis dos dois trabalhos realizados, ou seja, porcentagem de fenda e resistência à compressão. Não houve indícios de

associação entre as duas variáveis em questão ($p>0,05$), ou seja, não há diminuição da resistência à compressão quando se observa aumento na quantidade de fenda.

No capítulo 2, não houve diferença entre os valores de resistência à compressão entre os grupos experimentais e entre estes e o grupo controle. Os dados revelaram que as restaurações indiretas de compósito em dentes decíduos restabeleceram a força compressiva igualando-se estatisticamente aos dentes hígidos. Este estudo apresentou resultados similares aos de Ausiello *et al.* (1997) que atribuíram a eficácia dos resultados ao processo de hibridização. As fraturas resultantes foram classificadas quanto ao grau de severidade e os grupos experimentais apresentaram os tipos mais drásticos de fratura em maior porcentagem, similares ao estudo de Burke *et al.* (1994), enquanto que os dentes hígidos apresentaram os tipos menos severos em maior quantidade. Apesar das restaurações terem restabelecido em ordem numérica a força compressiva de dentes com preparos complexos, estas não foram capazes de proporcionar tipos de fraturas similares aos dentes hígidos.

Em síntese, a dissertação compilou resultados que contribuem para o estudo do comportamento de restaurações indiretas de compósito em dentes decíduos, especialmente aqueles submetidos à terapia pulpar, de forma abrangente enfatizando dois aspectos primários para o sucesso desta técnica restauradora, adaptação marginal e força compressiva. Assim, vem contribuir com a literatura internacional, através dos estudos apresentados nos capítulos 1 e 2, com resultados sobre a adaptação marginal inicial das restaurações, sobre a força compressiva e os tipos de fratura resultantes. Além disso, discute a relevância desses achados para as áreas de Materiais Dentários e Odontopediatria e pontua novas questões para que mais respostas sejam obtidas a partir de futuros estudos.

5. CONCLUSÕES GERAIS

Baseado nos resultados dessa dissertação pôde-se concluir que:

As restaurações indiretas de compósito sob as diferentes condições de tratamentos apresentaram desempenho aceitável quanto à adaptação marginal inicial em dentes decíduos, isto é, baixa porcentagem de fenda marginal.

As restaurações indiretas restabeleceram a resistência à força compressiva dos dentes decíduos sob as diferentes condições de tratamento. Entretanto não foram capazes de proporcionar tipos de fraturas com menor grau de severidade como evidenciado nos dentes hígidos.

REFERÊNCIAS (INTRODUÇÃO E DISCUSSÃO GERAIS)

Angker L, Nockolds C, Swain MV, Kilpatrick N. Quantitative analysis of the mineral content of sound and carious primary dentine using BSE imaging. **Arch Oral Biol.** 2004; 49(2): 99-107.

Angker L, Swain MV, Kilpatrick N. Micro-mechanical characterization of the properties of primary tooth dentine. **JDent.** 2003; 31(4):261-7.

Araújo FB, Moraes FF & Fossati, ACM. A estrutura da dentina do dente decíduo e sua importância clínica. **Rev Bras Odontol.** 1995; 52(4): 37-43.

Araújo FB. **Estudo morfológico, histométrico e histoquímico da polpa de molares decíduos em diferentes fases de reabsorção radicular.** [dissertação]. São Paulo: FOUSP; 1982.

Ausiello P, De Gee AJ, Rengo S and Davidson CL. Fracture resistance of endodontically-treated premolars adhesively restored. **Am J Dent.** 1997; 10:237-41.

Behrend GD, Cutler CW, Gutmann JL. An in-vitro study of smear layer removal and microbial leakage along root-canal fillings. **Int Endod J.** 1996; 29(2): 99-107.

Blank JT. Scientifically based rationale and protocol for use of modern indirect resin inlays and onlays. **J Esthet Dent.** 2000; 12(4): 195-208.

Braga RR, Ferracane JL & Condon JR. Polymerization contraction stress in dual-cure cements and its effect on interfacial integrity of bonded inlays. **J Dent.** 2002; 30(7): 333-40.

Burke FJ, Wilson NH and Watts DC. Fracture resistance of teeth restored with indirect composite resins: the effect of alternative luting procedures. **Quintessence Int.** 1994; 25: 269-75.

Camp JH. Tratamento endodôntico em odontopediatria. In: Cohen S, Burns RC **Caminhos da polpa**. 7^a ed Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan:Rio de Janeiro; 2000. p. 680.

Ciucchi B, Bouillaguet S, Holz J, Pashley D. Dentinal fluid dynamics in human teeth, in vivo. **JEndod**. 1995;21(4): 191-4.

Ciucchi B, Khettabi M, Holz J. The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of the smear layer: a scanning electron microscopic study. **Int Endod J**. 1989; 22(1): 21-8.

Correr GM. **Avaliação da resistência da união compósito/dentina ao cisalhamento em dentes decíduos submetidos ao tratamento com hipoclorito de sódio**. [dissertação] Piracicaba: FOP/UNICAMP; 2003.

El-Kalla IH, Garcia-Godoy F. Bond strength and interfacial micromorphology of four adhesives in primary and permanent molars. **ASDC J Dent Child**. 1998; 65(3): 169-176.

Forss H, Widstrom E. The post-amalgam era: a selection of materials and their longevity in the primary and young permanent dentitions. **Int J Paediatr Dent**. 2003; 13(3): 158-64.

Gutmann JL. The dentin-root complex: anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. **J Prost Dent**. 1992; 67(4): 458-67.

Gwinnet, AJ. Altered tissue contribution to interfacial bond strength with acid conditioned dentin. **Am J Dent**. 1994; 7(5): 243-246.

Inai, N. *et al*. Adhesion between collagen depleted dentin and dentin adhesives. **Am J Dent**. 1998; 11(3): 123-127.

Johnsen DV. Comparison of primary and permanent teeth. In: Avery JK, editor.

Oral development and histology. New York : Thiema Medical; 1994.

Madison S, Swanson K, Chiles SA. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part II. Sealer types. **J Endod.** 1987; 13(3): 109-12.

Marshall GW Jr. Dentin: microstructure and characterization. **Quint Int.** 1993; 24(9): 606-17.

Marshall GW, Yücel N, Balloch M, Kinney JH, Habelitz S & Marshall SJ. Sodium hypochlorite alterations of dentin and dentin collagen. **Surface Science.** 2001; 49: 444-455.

Nakabayashi N. Resin reinforced dentin due to infiltration of monomers into the dentin at the adhesive interface. **J Jpn Dent Mat.** 1982; 1: 78-81.

Ozturk B, Ozer F, Belli S. An in vitro comparison of adhesive systems to seal pulp chamber walls. **Int Endod J.** 2004; 37(5): 297-306.

Peutzfeldt A & Asmussen E. A comparison of accuracy in seating and gap formation for three inlay/onlay techniques **Op Dent.** 1990; 15(4): 129-35.

Peutzfeldt A & Asmussen E. Determinants of in vitro gap formation of resin composites **J Dent.** 2004; 32(2): 109-15.

Prati C, Chersoni S, Pashley DH. Effect of removal of surface collagen fibrils on resin-dentin bonding. **Dent Mater.** 1999; 15(5): 323-331.

Salim DA, Andia-Merlin RY, Arana-Chavez VE. Micromorphological analysis of the interaction between a one-bottle adhesive and mineralized primary dentine after superficial deproteination. **Biomaterials.** 2004; 25(19): 4521-7.

Sano H *et al.* Microporous dentin zone beneath resin-impregnated layer. **Oper Dent**, 1994; 19(2): 59-64.

Taylor JK, Jeanson BG, Lemon RR. Coronal leakage: effects of smear layer, obturation technique, and sealer. **J Endod**. 1997; 23(8): 508-12.

Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. **Oper Dent**. 2003; 28(3): 215-35.

ANEXOS



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

CERTIFICADO



Certificamos que o Projeto de pesquisa intitulado "Avaliação da resistência à compressão e adaptação de restaurações indiretas de compósito em dentes decíduos segundo o tratamento do substrato e o agente cimentante", sob o protocolo nº **108/2003**, da Pesquisadora **Ana Flávia Sanches Borges**, sob a responsabilidade da Profa. Dra. **Regina Maria Puppin-Rontani**, está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/96, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – FOP.

Piracicaba, 26 de setembro de 2003

We certify that the research project with title "Compressive Strength and Margin Adaptation Evaluation of Indirect Resin Composite Restorations in Primary Teeth Submitted to Different Substrate Treatments and Cements Agents", protocol nº **108/2003**, by Researcher **Ana Flávia Sanches Borges**, responsibility by Prof. Dr. **Regina Maria Puppin-Rontani**, is in agreement with the Resolution 196/96 from National Committee of Health/Health Department (BR) and was approved by the Ethical Committee in Research at the Piracicaba Dentistry School/UNICAMP (State University of Campinas).

Piracicaba, SP, Brazil, September 29 2003

Prof. Dr. Antonio Fernando Martorelli de Lima

Secretário
CEP/FOP/UNICAMP

Prof. Dr. Antonio Bento Alves de Moraes

Coordenador
CEP/FOP/UNICAMP

Tabela da Análise de Variância do Capítulo 2.

Tabela 1. Quadro de Análise de Variâncias para a variável Resistência à Compressão, transformada de acordo com a função logaritmo, conforme recomendado pelo estudo de suposições.

Causa de Variação	GL	Soma de quadrados	Quadrados médios	Valor F
Pr > F				
Cimento-Hipoclorito	4	0,06069269	0,01517317	0,72
0,5847				
Controle vs Demais	1	0,02833524	0,02833524	1,34
0,2533				
Controle vs Cimento 1	1	0,01869531	0,01869531	0,88
0,3522				
Controle vs Cimento 2	1	0,02910358	0,02910358	1,38
0,2470				
Controle vs Hipoclorito 1	1	0,00829225	0,00829225	0,39
0,5345				
Controle vs Hipoclorito 2	1	0,04677130	0,04677130	2,21
0,1441				
Cimento 1 vs Cimento 2	1	0,00172045	0,00172045	0,08
0,7768				
Hipocl. 1 vs Hipocl. 2	1	0,02351442	0,02351442	1,11
0,2974				
Resíduo	45	0,95216892	0,02115931	
Total corrigido	49	1,01286161		
R. Quadrada	Coef. Var.	Raiz MSE	t_fc Média	
0,059922	6,782102	0,145462	2,144798	

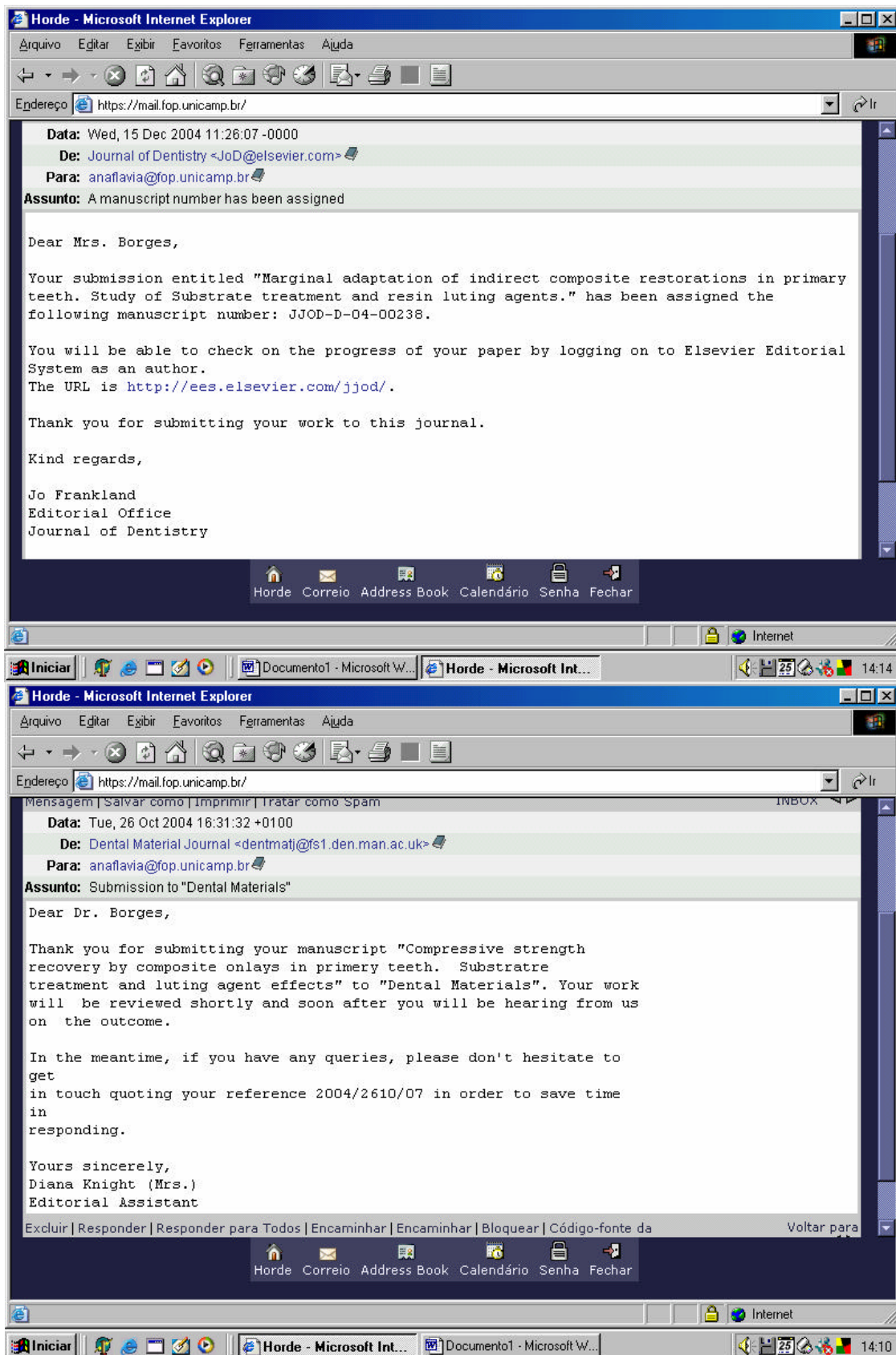


Figura 1 – Materiais de Consumo Utilizados no Estudo

A , B – Material de moldagem tipo silicone de adição Express® (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA). Materiais pesado e leve, respectivamente.

C – Gesso pedra tipo IV Herostone® (Vigodent, Rio de Janeiro, R.J., Brazil).

D – Gel isolante® para modelos de gesso (KG Sorensen Ind. Com. Ltda., Barueri, S.P., Brazil).

E – Ácido fosfórico 37% - Cond Ac 37® (FGM, Joinville, S.C., Brazil).

F , G – Sistema de união Prime & Bond 2.1® e agente resinoso de fixação EnForce®, respectivamente (Dentsply, Petrópolis, R.J., Brazil).

H – Compósito restaurador Filtek Z250® (3M/ESPE, St. Paul, MN, USA), utilizado na confecção das restaurações indiretas.

I , J - Sistema de união Single Bond® e agente resinoso de fixação Rely X®, respectivamente (3M/ESPE, St. Paul, MN, USA) .

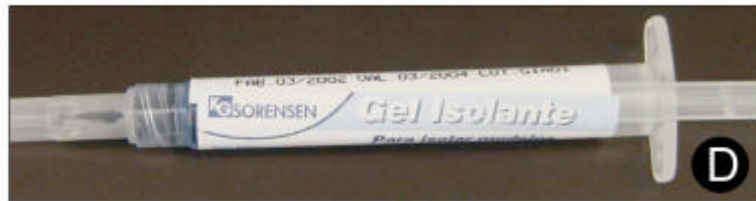
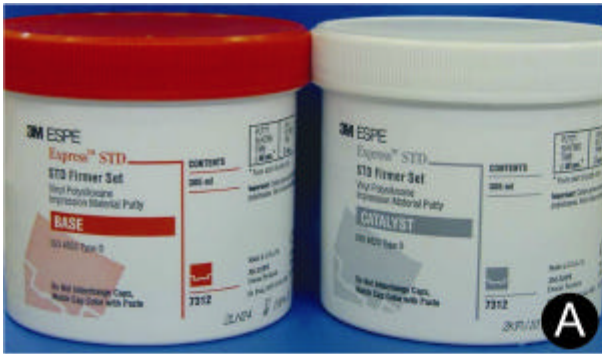


Figura 2 – Seqüência de Confecção dos Espécimes

A – Molares decíduos hígidos selecionados para o experimento.

B – Primeiro Molar Superior Decíduo (PMSD), exemplificando a inclusão dos dentes com resina em tubos de PVC.

C – Fresa de desenvolvimento (KG Sorensen Ind. Com. Ltda., Barueri, S.P., Brazil). As medidas da ponta ativa são do topo à base 1,90, 2,50 e 2,80mm.

D – Início do preparo dentário. Note a caneta de alta rotação e o dente posicionado na máquina padronizadora de preparos.

E – Desgaste adicional da maior cúspide do dente efetuada manualmente. No caso do PMSD, a cúspide palatina.

F - Preparo concluído.

G – Tratamento do dente preparado com Hipoclorito de Sódio 1%. Ao lado direito, a pipeta plástica utilizada para manipular a solução de NaOCl continuamente e ao lado esquerdo, a ponta do ultrassom Multi-Sonic-s (Gnatus, Ribeirão Preto, S.P., Brazil).

H – Solução de Hipoclorito de Sódio 1% (PRODERMA Pharmacy LTDA, Piracicaba, S.P., Brazil).

I – Molde com o material pesado do kit do silicone de adição Express® e alívio para o material leve.

J – Molde com material leve preenchendo o alívio.

K – Modelo de gesso recebendo a aplicação do gel isolante para modelos.

L – Condicionamento ácido da parte interna da peça.

M – Condicionamento ácido do dente.

N – Aplicação do sistema de união sob a superfície dental.

O – *Onlay* confeccionada.

P – Armazenagem da *onlay* com seu respectivo modelo de gesso em recipiente tipo *ependorff*, imerso em água destilada até o momento da fixação.

Q – Fixação da peça no dente pela técnica da pressão digital.

R – Remoção do excesso de cimento com instrumento cortante tipo Rolembach nº 3 após 60s da inserção da peça e antes da fotoativação.

S – Fotoativador Elipar Trilight® (ESPE, St. Paul, MN, USA).

T – Fotoativação das restaurações na linha de cimentação por quarenta segundos em cada face.

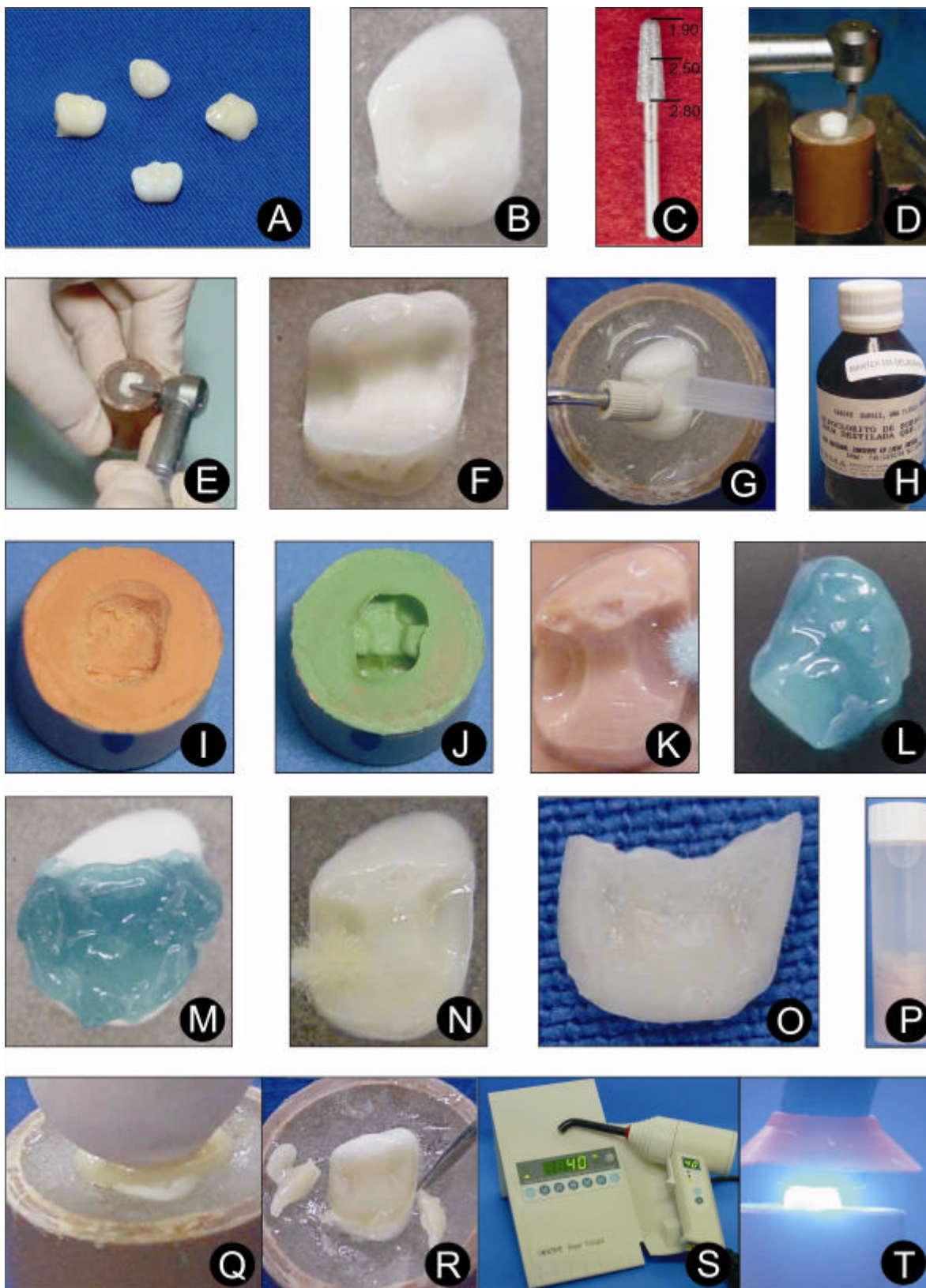


Figura 3 – Testes de Adaptação Marginal e Mecânico de Compressão.

A – Kit para acabamento e polimento de restaurações de compósito Soflex® (3M, St. Paul, St. Paul, MN, USA).

B – Solução corante de propilenoglicol e ácido vermelho Caries Detector® (Kuraray Company Ltd. Osaka, Japan).

C – Aplicação da solução Caries Detector® em toda extensão da margem dente/restauração.

D – Área corada na porção cervical da restauração, considerada presença de fenda (seta preta).

E – Vista oclusal de um PMSD com extensões de 2 mm delimitadas por pontos em cada face do dente.

F – Paquímetro digital (Mitutoyo - Japan) utilizado para a precisa delimitação da distância entre os pontos.

G - Software Image Tool 3.0 (Periodontology Department, University of Texas, Health Science Center at San Antonio, TX, USA), utilizado para mensurações lineares. As medidas foram transformadas em mm acionando-se o comando de calibração de medidas lineares do Programa, onde os pontos pré-determinados foram utilizados como referência.

H - Uma linha foi desenhada unindo os pontos e após a seleção da unidade de medida mm, o número 2 foi digitado na caixa específica que pede o valor exato da medida utilizada como referência. A partir de então, qualquer medida feita foi automaticamente convertida em mm. Esse procedimento foi realizado para cada foto.

I - O comando distância foi acionado e uma linha foi desenhada sobre as margens da restauração, sendo que a soma dos comprimentos das margens das quatro fotos de cada dente resultava no comprimento total das margens dente/restauração. O mesmo procedimento foi realizado para as áreas coradas e sua somatória resultava na quantidade de fenda presente.

J - Máquina de ensaio universal Instron.

K - Esferas de aço acopladas para tocar o centro da face oclusal dos dentes. O teste foi realizado à velocidade de 1 mm/min.

L – Fratura resultante do teste de compressão, no exemplo fratura tipo 3.

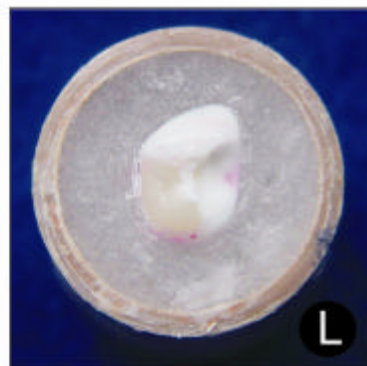
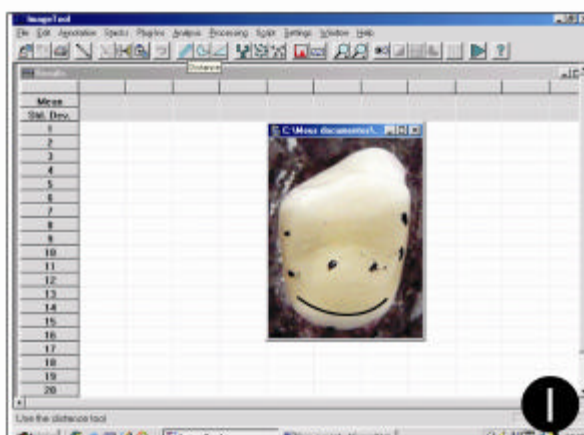
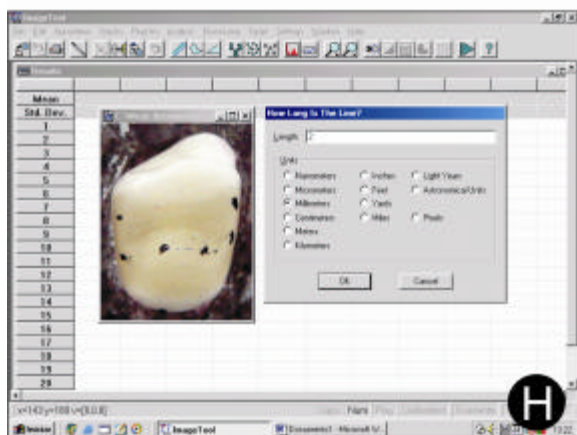
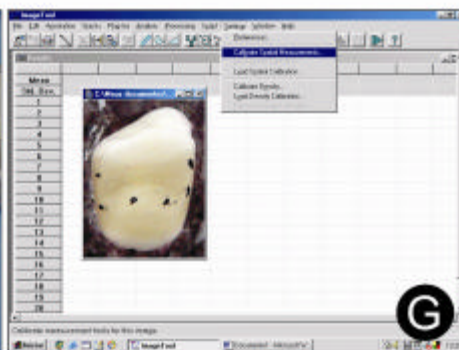
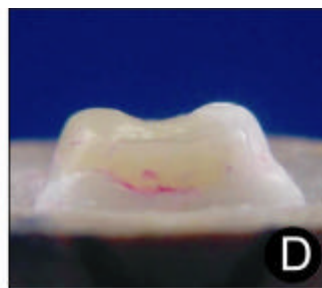
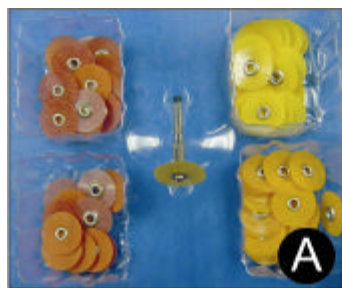


Figura 4 – Microscopia Eletrônica de Varredura

A , B, C, D – Dentes metalizados.

E – Tipo de fratura mais representativo dos grupos experimentais: Tipo 5, fratura severa com perda da parte da restauração referente à cúspide reconstruída.

F – Área do espécime com fratura tipo coesiva no adesivo.

G – Vista proximal do tipo de fratura mais representativo do grupo controle (dentes hígidos): Tipo 2.

H – Fratura coesiva do esmalte.

I – Fratura coesiva de dentina.

